ELO

oktober 1978
ƒ 3,25
BF 55
maandblad

10

populaire hobby elektronica



Meten zonder wijzer
Nieuwe experimenteermethode
Toveren met de magische lamp
Bewaker van diepvriezer

ELO winterprijsvraag

Soldeerbout, tinzuiger, buigmal...

Goed gereedschap is het halve werk!



SOLDEERBOUT **CX-230**

Een handig soldeerboutje 220 Volt 15 Watt met een 3 mm stift.
Keuze uit zes verwisselbare verijzerde stiften met punt diameter van 1 mm t/m 6 mm.
Door toepassing van dubbel geïsoleerd element is de lekstroom slechts 3-5 uA.

HOMAX

TINZUIGER
MINI STAR

Een tinzuiger, met een grote zuigkracht en een gepatenteerde schok-absorberende teflon punt, zuigt al het vloeibare tin bij het printeiland weg zonder de printplaat te beschadigen.



SOLDEERBOUT **X-25**

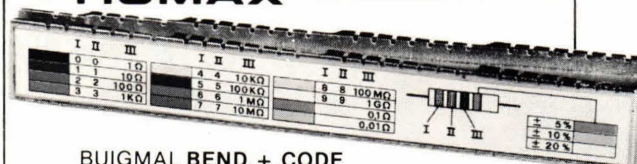
Een 220 Volt 25 Watt soldeerbout met 3.2 mm stift. Keuze uit drie verwisselbare verijzerde stiften met een punt diameter van 2.4 mm t/m 4.7 mm. Door toepassing van dubbel geïsoleerd element is de lekstroom slechts 3-5 uA.



STANDAARD **ST-3**

Soldeerbout standaard voor zowel de CX-230 als de X-25, kompleet met een handige opbergplaats voor de reserve stiften. Twee sponsjes voor het reinigen van de stift.

HOMAX



BUIGMAL **BEND + CODE**

Een buigmal voor het haaks omzetten van axiale draadeinden van komponenten. Een sticker met kleurcode maakt het kompleet.

LEVERANCIER VOOR INDUSTRIE EN LABORATORIA:

RADIKOR ELECTRONICS
Emmastraat 13A - Postbus 351
1200 AJ - HILVERSUM. Tel. 035 - 14677

LEVERANCIER VOOR GROOT- EN KLEINHANDEL:

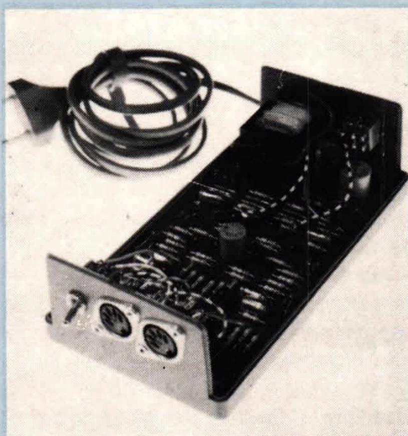
CONNECTOR B.V.
Prinsegracht 634
1017 KT - AMSTERDAM. Tel. 020 - 234088

INHOUD

In het volgende nummer o.a.:

Professioneel brandalarm

De mens is nog altijd bang voor een aantal oerelementen, een daarvan is de angst voor brand. Vooral in de nachtelijke uren is zoiets helemaal verschrikkelijk, omdat men pas te laat merkt dat er onraad is.
Ons reukorgaan is te zwak om ons tijdig te alarmeren, daarom komt de elektronica ons te hulp.



Eenvoudig test- en meetapparatuur voor condensatoren (deel) 2

In ELO 3/1978 is een beschrijving van een test- en meetapparaat voor condensatoren beschreven. Verschillende lezers hebben ons gevraagd de nadere mogelijkheden van dit apparaat ook te leren kennen.

Waarom aanpassing?

Het hoe en waarom over aanpassing van transistoren met behulp van weerstanden.
Hoe ontstaat zo'n waarde en hoe kan deze worden beïnvloed?

Geïntegreerde schakelingen

Ook in het volgende nummer laat de IC-techniek ons niet meteen los. Het geheel is interessant genoeg om er nog dieper op in te gaan. Dit doen we dan door nu de bipolaire schakelingen te bestuderen. Op de poster zal een uiteenzetting worden gegeven van de fabricagemethoden en hierbij zullen weer een aantal begrippen uit de IC-techniek worden toegelicht.

Een natuurgetrouw functionerend verkeerslicht

Mijn spelen is leren, deze methode is volgens ervaren pedagogen nog altijd de snelste en beste.
Indien bovendien met het spelen nog het juiste verkeersgedrag wordt aangeleerd, is dit leerzaam speelgoed dubbel zoveel waard, want hierdoor kan het aantal verkeersongevallen worden verminderd.



Telefonisch vragenuurtje

Voor technische problemen en vragen over ELO kunt u van 1 oktober af direct terecht bij de redactie van ELO. Van die datum af vervalt het telefonisch vragenuurtje op de maandagavond van onze medewerker de heer J. Boterman in Winterswijk.
Nog even dit, voor u de telefoon pakt, bedenkt u dan wel even of u niet beter uw probleem op papier kunt zetten. U zult het met ons eens zijn, dat telefoongesprekken meestal langer duren dan wenselijk is en niet altijd leiden tot de gewenste oplossing. In ieder geval zullen wij zorg dragen voor een spoedige en correcte afhandeling van uw brieven; als u tenminste zo vriendelijk wilt zijn in de brief uw naam, adres en eventueel ook uw telefoonnnummer te vermelden.
Hebt u toch dringende vragen of ideeën enz. die wij beslist moeten weten, dan kunt u elke dag tussen 15.30 en 16.30 uur naar ons telefoneren.

Redactie ELO



De redactie behoudt zich het recht voor brieven te bekorten

Verlichte wagons

Ben erg enthousiast over het artikel "Verlichte wagons", ook bij stilstaan', uit ELO 1. Enkele dingen zijn mij echter niet duidelijk, hierover graag enige opheldering. Mijn trein "Märklin wisselstroom, draait normaal op 12...18 V, de schakelpuls is 26 volt. Is de toongenerator c.q. de versterker daar tegen beveiligd?
Waarom niet beide printen even groot zodat ze gemakkelijk in een kastje kunnen en waarom print ELO 3 niet voorzien van gaten in de hoeken en letters bij de aansluitpunten?
Op blz. 27, ELO 1 derde alinea, staat iets over scheidingsprinten die overbrugd moeten worden. Dit is me volkomen onduidelijk, gaarne uitleg.

F. Corporaal, Zevenhoven.

Inderdaad zitten er enige verschillen in de schema's en de foto's waardoor er onduidelijkheid ontstaat. Doch de problemen zijn niet zo groot. De toongenerator en versterker zijn bestand tegen de omschakelspanning van 26 V bij Märklin treinen. Helaas is de versterker print een stukje van een grotere print, die voor Hi-Fi-doeleinden is ontworpen, hetgeen ook al in de tekst is genoemd. Vandaar ook geen gaten e.d.
Daar waar men het heeft over scheidingsprinten, had moeten staan scheidingspunten. Dus daar waar men de rail heeft doorgezaagd om een bepaald baanvak stroomloos te maken. Er blijft door de condensator dan wel verlichtingsspanning aanwezig. Er zitten ook enkele verschillen in de diverse waarden van condensatoren doch indien u de stuklijst aanhoudt geeft dit verder geen problemen.

Waar bevinden mijn treinen zich ?

Als modelbouwer zou ik u willen vragen hoe ik een schakeling kan maken, waarmee ik op ieder moment kan zien, waar mijn treinen x en y zich bevinden ? Hoe kan ik dit schakelen met behulp van micro-processoren, zonder gebruik te maken van reed relais en van fotocellen langs de baan ?

J.A. Veldhuizen, Utrecht

Uw vraag is een vraag die velen op de lippen ligt, doch weinig wordt gesteld. Het is ons op het ogenblik nog onbekend of er in ELO iets dergelijks binnen niet al te lange tijd komt. Nu weet ik wel dat er in Nederland enkele mensen bezig zijn om de treintafel te koppelen aan de microprocessor, doch verdere informatie kan ik hierover niet geven.
Het grootste probleem dat zich hier voordoet is het herkenbaar maken van een trein c.q. locomotief. Wil men dit inderdaad bereiken zonder detectoren langs de baan, dan dient men een geheel ander systeem toe te passen. Met een of twee treinen is dat nog wel te doen door middel van de tegen EMK van de motor (of opgenomen stroom). Doch dan blijft de plaatsbepaling een moeilijke zaak. Men kan dan wel om de zoveel cm. een railschakelaar aanbrengen die de trein lokaliseert.
Een fraaier systeem is het werken met fototransistoren, die onder de baan zijn aangebracht. Boven de baan hangt dan een verlichting die op deze transistor valt en wordt onderbroken, zodra de trein over deze transistor rijdt. Wilt u nu een nog eleganter systeem, we houden even het bovenstaande aan, doch laten de locomotief een pulserend licht naar beneden uitstralen, die door de transistor wordt opgevangen.
Door elke trein een andere frequentie te geven voor de verlichting, zal iedere trein op elk moment te lokaliseren zijn. Dit zijn zo maar overdenkingen die er misschien toe bijdragen om een goed en fraai uitgedacht idee te maken.

Poster

Betreffende uw poster in ELO 4 wil ik opmerken dat u geen nieuwe symbolen aangeeft van de relais contacten.

A. Struys, Breda

U hebt helemaal gelijk en zoals u zelf in uw brief al aangeeft, zijn de juiste symbolen te vinden in het boekje voor elektrotechnische symbolen, te weten de NEN 5152.

MOS - IC

Naar aanleiding van de uniswitch die is gepubliceerd in PE 21, wil ik u vragen waar ik een goede IC CD 4001 kan kopen. Ik heb er al diverse in verschillende zaken gekocht maar deze bleken allemaal defect.
Ook heb ik nog een probleem met de powerversterker die in PE 24 werd gepubliceerd. De eindtrap krijg ik niet afgeregeld want er vloeit geen stroom naar de emitter van de TIP3055. We hebben een ampèremeter van 100 mA gebruikt. Toen we hem aan het afstellen waren werd R6 470 ohm 5W behoorlijk heet.
Ik heb een ongestabiliseerde voeding gebruikt van 52 volt gelijkstroom, daardoor hoorde je een zachte bromtoon door de luidspreker. Deze ben ik nog van plan te stabiliseren.
Toen de klem van de luidspreker losviel, vloeide er wel een stroomstoot van 100 mA door de eindtransistor. De potmeter was nog altijd kortgesloten, ik heb hierna de eindtransistor doorgemeten en deze bleek nog in orde te zijn. Ik heb nog een signaal op de ingang gezet maar je hoorde alleen maar een bromtoon door de luidspreker die hetzelfde was als toen er geen ingangssignaal op was aangesloten.
Gaarne ontvang ik bericht wat ik fout kan hebben gedaan bij beide dingen.

H. Dohmen, Geleen.

Moeilijkheden met IC CD 4001 komen regelmatig voor, doch niet dat ze defect zijn bij aankoop. Het probleem zit hem in de hoge ingangsweerstand die erg gevoelig is voor statische elektriciteit. Zelf draai ik eerst een stukje blank montagedraad om alle pootjes van het IC, dus rondom het IC. Daarna verwijderen we het stukje schuimplastic en kunnen we het IC in het voetje plaatsen. Nu kunnen we rustig het draadje weer verwijderen en de schakeling werkt.
Soldeer een MOS-IC nooit in de print vast ! Mocht u dit toch willen doen, dan dienen de eerder genoemde voorzorgsmaatregelen ook te worden getroffen. Tijdens het solderen dient de steker van de soldeerbout uit het stopcontact te zijn gehaald.
Het probleem bij uw powerversterker lijkt op een defecte BD 140. Als deze volop in geleiding staat, loopt er een flinke stroom. Doch dan zou er via de TIP 3055 wel een stroom moeten lopen.
Kijkt u de schakeling nog eens goed na en voer de afstelling dan nog eens uit. Eventueel de BC 141 controleren op sluiting. Dit kan ook worden geconstateerd bij het warm worden van R 8. Het is normaal dat bij het losnemen van de luidspreker een stroomstoot door de eindtrap loopt. Dit is het gevolg van C 5.



Tijdschrift voor populaire hobby elektronica

waarin opgenomen: Populaire Elektronica

Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften B.V.

Redactie, administratie en advertentie-afdeling
Polstraat 9, Postbus 23, Deventer-6600, tel. 05700 - 74411, giro 861221, Telex: 49540

Bankrelatie:
Algemene Bank Nederland N.V., Deventer
No. 596247265

Redactie:
C.J. Bakker, hoofdredacteur

Medewerkers:
R. Bakker,
ir. S.J. Hellings,
ir. F.H.J.F. Janssen,
drs. W.D.M. Janssen,
H. Leydens,
D. Winia.

Medewerkers buitenland:
Michael Heysinger,
Winfried Knobloch,
Henning Kriebel,
Christian Rockrohr,
Ekkehard Scholz.

Abonnementen:
Jaarabonnement (incl. 4% b.t.w.) **ƒ 32,50**
Losse nummers (incl. 4% b.t.w.) **ƒ 3,25**
België losse nummers (incl. 6% b.t.w.) **55,- Fr.**
Buitenland **ƒ 90,- per jaar.**
Luchtposttarieven op aanvraag

Nieuwe abonnees ontvangen van de administratie een stortings-acceptgirokaart. Men wordt verzocht voor betaling van het abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken.
Opzegging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk 1 maand voor het einde van het kalenderjaar; nadien vindt automatisch verlenging voor 1 jaar plaats.

Advertenties:
Advertentiereserveringen: H. Smienk tst 210
Advertentieverkoop: F. Beffers tst 419
Advertentieopdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissements-Rechtbanken en bij de Kamers van Koophandel in Nederland.

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren.

lid NOTU,
Nederlandse Organisatie van Tijdschrift-Uitgevers



Geachte ELO-lezer

Nieuwe frequenties voor Hilversumse radiozenders op MG

Op 23 november 1978 zult u uw afstemwijzer een fractie van een millimeter moeten verschuiven. Tenminste, als u naar de Hilversumse middengolfzenders 1, 2 of 3 luistert. Maar, geen paniek, want u zult het in de meeste gevallen niet eens merken; bij het afstemmen let u immers tòch op de beste ontvangstkwaliteit van muziek of spraak en dat blijft gehandhaafd. Toestellen met vóór-instelling (zoals toetsen in autoradio's) moeten ook opnieuw worden afgestemd.

De fractie van de millemeter op de afstemschaal betekent een frequentieverschuiving van het uitgezonden radiodraaggolfsignaal van 1 kiloHertz (1000 trillingen per seconde); de nieuwe frequenties van de 3 middengolfstations in Lopik zullen als volgt komen te liggen:

- Hilversum 1 (was 1007 kHz) wordt 1008 kHz;
- Hilversum 2 (was 746 kHz) wordt 747 kHz;
- Hilversum 3 (was 674 kHz) wordt 675 kHz.

Deze technische ingreep aan de zenderkant loopt vooruit op het in bedrijf stellen van het middengolfzenderpark in Flevoland, dat waarschijnlijk in 1979 zijn beslag zal vinden.
De PTT streeft naar een zo goed mogelijke ontvangst in het gehele land maar heeft rekening te houden met plaatselijke omstandigheden die niet altijd even rooskleurig zijn voor radio- of TV-ontvangst. Zo zijn b.v. in heuvelachtige gebieden (Zuid-Limburg, Twente) extra zenders nodig om een redelijke ontvangst te verzekeren. Sommige signalen hebben n.l. te lijden van enerzijds de lange weg die zij moeten afleggen en anderzijds van obstakels die op die weg liggen (heuvels, hoge gebouwen, enz.).

TV op Ameland en in Twente

De eilanden in het noorden van ons land zijn een goed voorbeeld van "de lange weg" voor de signalen. Dat is dan ook de reden, om voor Ameland een bijzondere maatregel te nemen. Daar komen z.g. frequentiewisselaars te staan, die een betere TV-ontvangst van Ned. 1 en 2 mogelijk zullen maken. Datzelfde geldt voor Twente, waar, in 1979, zo'n zelfde frequentiewisselaar in bedrijf komt, in dit geval alléén voor Ned. 2, omdat voor Ned. 1 de ontvangst voldoende is. De installatie komt in Losser, vlak bij de Nederlandse oostgrens.

Middengolfzenders

Door plaatselijke omstandigheden (waarvan er al enkele zijn genoemd) maar ook door het optreden van verschijnselen van tijdelijke aard (zoals b.v. fading: het regelmatig "wegzakken" van het signaal) is aan de rand van het ontvanggebied van bepaalde middengolfzenders de ontvangst echter nogal variabel. Dit betekent dat in sommige streken van ons land ten behoeve van de "zwakste" zenders z.g. hulpzenders in bedrijf zijn, die hetzelfde programma uitzenden als de zender Lopik. Uiteraard worden deze programma's dan uitgezonden op een andere frequentie dan van Lopik, anders zouden zij elkaar onderling storen. Deze hulpzenders t.b.v. de radio-uitzendingen staan in Hoogezand, Hengelo en Hulsberg en zenden op het ogenblik overdag de programma's van Hilv. 2 uit en 's avonds, resp. 's nachts die van Hilv. 3. Dat is o.m. het gevolg van de komst van Hilv. 4 in 1976 en de daarmee gepaard gaande z.g. "ontkoppeling" van de programma's.

Frequentie-modulatie (FM-radio)

Er zijn op dit moment 7 zenders voor de FM-programma's van Hilversum die landelijk worden uitgezonden. En: in stereo, want dat is nog een bijkomend voordeel van deze zendwijze. Echter, met dien verstande – en hier is een waarschuwend woord misschien op zijn plaats – dat men de beschikking dient te hebben over een buitenhuis opgestelde z.g. 3-elements-dipool-FM-antenne, die is gericht op de zender. Alleen dan is goede stereo-radio-ontvangst mogelijk.

Regionale radio-omroep

Degenen die in het noorden, het oosten en het zuiden van Nederland wonen, zijn bekend met het begrip: **Regionale Omroep.** Daarbij zijn nu enkele nieuwe regionale omroepen gekomen t.w. STAD en SROB.

De eerste daarvan is STAD (Stichting Amsterdamse Draadloze Omroep) die op de middengolf uitzendt (1250 kHz). Er wordt verwacht dat deze omroep in het najaar 1979 op FM zal gaan werken; dan zullen de uitzendingen op de middengolf worden gestaakt. De andere is de SROB (Stichting Regionale Omroep Brabant) die uitzendt via de FM-zender op de Straalverbindingstoren van Mierlo.

Buitenlandse radiostations

De (goede) ontvangst van buitenlandse radiostations op de middengolf is niet te garanderen. De FM-stations liggen soms te ver weg zodat ook daar nauwelijks sprake kan zijn van kwaliteit. De korte golf-luisteraars weten dat "wereldwijde ontvangst" mogelijk is, met speciale middelen maar niet altijd.

Redactie ELO

Audio C 4000

Ter completering van de 4000 serie van Braun, is zo juist de Audio C4000 verschenen, dit is een combinatie van cassettespeler en afstemeenheid. Het cassettedeel bestaat uit twee motoren, een direct aangedreven toonasmotor, optisch geregeld en een gelijkstroomwikkelmotor voor de aandrijving van de cassetteband.

Het cassettedeel bestaat uit:

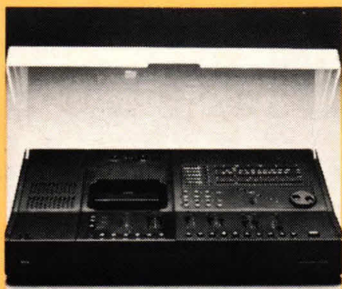
- Sensor loopwerkbediening in CMOS uitvoering.

Bijzonderheden van het opneem-weergeef versterkerdeel zijn:

- automatische chroom/ferro-omschakeling en een extra schakeling voor ferrochroombanden.
- de elektronische versterkersomschakeling is opgebouwd uit PMOS componenten
- dolby-B systeem.

Bijzonderheden van de afstemmer:

- FM deel met Dual-Gate MOS-FET ingang, gevoeligheid 1 microvolt
- 4-voudige afstemming, met varicaps



- 6 sensor voorkeuzetoetsen met LED aanwijzing en één voor handbediening
- logaritmische veldsterkte aanwijzing met LED's
- PLL decoder
- geregelde AM-middenfrequenttrap
- vliegwielaandrijving voor afstemschaal
- afstemwijzer met LED-verlichting
- geruisloze golflengteomschakeling
- stille afstemming automatisch geregeld
- Toetsen voor: stereo, AFC, mono, LG, MG, KG.

De versterker:

- complementaire eindtrap met symmetrische voeding
- vermogensbegrenzing zonder uitschakeling
- elektronische luidsprekerbescherming tegen gelijkspanning
- vertraagd inschakelen met relais
- luidspreker – groepenschakelaar
- gescheiden lineaire niveau regelaars
- gescheiden lage- en hogetonen regeling
- fysiologische volumeregeling met verschuifbaar aanwijzingspunt
- rumbel- en (regelbaar) ruisfilter
- aansluitingen voor hoofdtelefoon en MD element
- aansluiting voor extra bandapparaat.

Inl.: Televic, postbus 47, Soesterberg tel.: 03463-2444

Beeld-deurtelefoon

In moderne appartementenbouwprojecten is de deur- of toegangsbewaking een belangrijk aspect, dat zwaarder meetelt naarmate de individuele bewoners meer op hun privacy zijn gesteld of zich doeltreffender willen beschermen tegen ongewenst bezoekt. De reeds lang bekende praktisch onmisbare deurtelefoon schiet dan dikwijls een dimensie te kort. Het zgn. Intervideo-deurtelefoon systeem van Siemens komt aan dit tekort tegemoet. Dit systeem brengt namelijk elke aanbeller ook duidelijk in beeld. De bewoner kan iedere bezoeker, die zich aan de buitendeur meldt eerst observeren, vóórdat hij haar of hem te woord staat. In de woning is daartoe een gecombineerd toestel met een 15 cm beeldscherm samen met een telefoon en een deuropenerknop aangebracht. Bij de buitendeur of in de hal is bij het druktoetsten-paneel de camera aangebracht achter kogelvrij glas en direct daarnaast de microfoon/luidspreker. Van de bezoeker, die zich meldt door het drukken op de betreffende bel, wordt door de TV-camera het beeld opgenomen, dat enkele seconden daarna op het beeldscherm in de betreffende woning verschijnt. De bewoner kan nu besluiten de bezoeker te woord te staan, de deur te openen òf niets te doen. In dit geval zal het beeld na een vooraf instelbare tijd automatisch van het scherm verdwijnen. De Intervideo-apparatuur is functioneel en fraai van vormgeving en past daardoor in elk interieur.

Inl.: Siemens, postbus 1068, Den Haag (070) 782782.



Studio Sound Systeem

Van Dam Electronica heeft het complete programma "Studio Sound System", bouwsets in de verkoop genomen. FM-1, FM-ontvanger met extreem laag ruis- en vervormingsgedrag – 60 dB en 0,1% de kanaalscheiding bedraagt nominaal 40 dB in het gehele frequentiegebied. MPA-15, regelversterker met uitgebreide schakelmogelijkheden voor band-monitor, overname van een recorder naar de andere, ingangskeuze uit 6 kanalen. Ruisafstand voor MD is (– 70 dB) en voor de overige ingangen – 80 dB. De bromafstand is beter dan 90 dB. De toonregeling is uitgevoerd met een grafisch filter. Dit is een regeling waarbij het frequentiegebied is verdeeld in vijf elkaar overlappende bereiken.

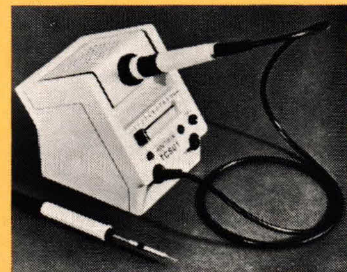
De totale vervorming (de harmonische vervorming en de intermodulatie vervorming) is kleiner dan 0,03%. De transiënt intermodulatie vervorming is hier absoluut afwezig.

De M-25 en M-50 zijn resp. 25 en 50 watt eindversterkers met ruime vermogens voor normaal gebruik. Het sinusvermogen is respectievelijk 28 en 52 watt minimaal en de piekvermogens zijn respectievelijk 52 en 90 watt. Beide eindversterkers hebben lage ruis, vervormings- en brompercentages. De M-50 is TIM (transiënt intermodulatie) vrij met een slew rate (stijgtijd) van 20 V/μs. Alle apparaten worden geleverd in matzwarte behuizing en met een duidelijke nederlandse bouwbeschrijving en gebruiksaanwijzing.

Inl.: Van Dam Electronics Audio, Rotterdam tel.: 010-670022.

Soldeerstation

Antex Electronics brengt een nieuw soldeerstation uit, waarvan de soldeertemperatuur is te regelen tot op 2°C nauwkeurig. De temperatuur is instelbaar tussen 150°C en 420°C. Deze soldeereenheid is o.a. ontworpen om elektronisch miniatuurwerk mee te solderen.



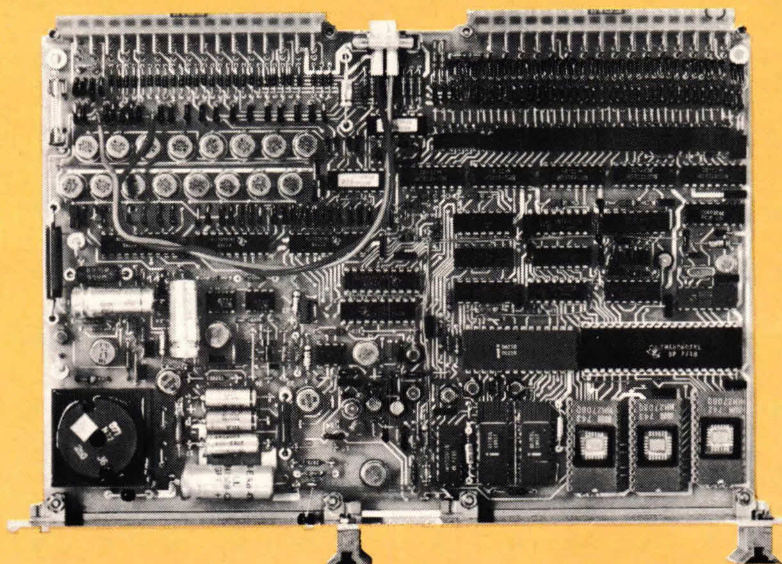
Imp. Radikor Electronics, postbus 351, Hilversum tel.: 035-14677.

Digitaal systeem voor optimale geluidsweergave

Onder de naam "Compact Disc" is bij Philips een systeem voor geluidsweergave in ontwikkeling, waarmee een geluidskwaliteit wordt bereikt die superieur is aan dat wat de consument door middel van de huidige grammofoonplaten en magnetische banden worden geboden.
Het "Compact Disc" systeem bestaat uit een speler en uit platen die optisch worden uitgelezen met behulp van een op de opneemarm gemonteerde kleine halfgeleider laser.
De audio informatie in de plaat is digitaal vastgelegd volgens een 14 bits lineair pulscode systeem.
Daar de plaat niet mechanisch door een naald wordt afgetast kan de informatie door een beschermlaag worden bedekt en wordt de weergave normaliter niet beïnvloed door vingerafdrukken, stof en krasjes. Plaatslijtage, jengel en dreun behoren tot het verleden.
Het "Compact Disc" systeem, dat door Philips wordt gezien als het systeem van de toekomst, heeft een signaal/ruis verhouding en een dynamisch bereik beter dan 85 dB en een grote bandbreedte van 20 Hz tot 20 kHz. Meerkanalensystemen met grote kanaalscheiding zijn op eenvoudige wijze te verwezenlijken.
De hoge informatiedichtheid van de enkelzijdige optische audioplaat biedt een attractief lange speeltijd van één uur stereoweergave op een plaat met een kleine diameter van circa 110 mm. De informatie wordt opgenomen met een constante tangentiële snelheid van 1,5 m/s.
Door zijn specifiek eigen karakter is het "Compact Disc" systeem niet compatibel met welk ander bestaand systeem dan ook. Philips denkt dit nieuwe systeem voor audioweergave in het begin van de tachtiger jaren op de markt te brengen tegen een prijs die vergelijkbaar zal zijn met die van bestaande kwaliteits HiFi-platenspelers.

Teleac-cursus "Microprocessors I"

Sedert enkele jaren maakt de elektronische industrie een opvallende ontwikkeling door. Alles blijkt veel kleiner en goedkoper gemaakt te kunnen worden dan vroeger voor mogelijk werd gehouden. De computers die tien jaar geleden nog *f* 100.000,– kosten en toen een kamer vulden kunnen nu in een schoenendoos worden ondergebracht en ze zijn voor prijzen van *f* 1000,– in de handel. De ontwikkeling van de elektronica van computer via minicomputer naar microcomputer heeft gestalte gekregen in het woord microprocessor.
De microprocessor is in feite een schijfje van vier of vijf millimeter, dat ongeveer evenveel kan als vroeger een hele computer. De microprocessor zal in de komende jaren worden gevonden in fototoestellen, parkeermeters, wasmachines, maar ook in de machines in de kantoren, in produktie-eenheden in bedrijven en bij de besturing van drukpersen, enz. Het is zeker, dat de kleine chip die de microprocessor in feite is, ongelofelijk belangrijk gaat worden in het dagelijks leven. Opvallend is daarom dat nog zo weinigen zich bewust zijn van die mogelijkheid.



Teleac brengt in het najaar van 1978 een cursus onder de titel "Microprocessors I". Het doel van deze cursus is inzicht te verschaffen in de mogelijkheden van microprocessoren en microcomputers.
In de cursus zullen onder meer aan bod komen: talstelsels, architectuur van microcomputers, binair rekenen, de 8080 microprocessor, een CV programma en toepassingen in industrie, huishouding en hobby.
Teleac brengt twee voorlichtingsprogramma's, gevolgd door negentien televisielessen van een half uur. Het schriftelijk materiaal bij deze cursus bestaat uit een cursusboek met woordenlijst, een brochure met toepassingen van de microprocessor – toepassingen die ook in de televisieprogramma's worden getoond –, huiswerk dat door een "grote" computer wordt nagekeken en wekelijks aan de cursist wordt geretourneerd, documentatie en een soort certificaat.

Inl. Teleac, postbus 2414, Utrecht.
tel.: (030)-940244

Brochure

Frits Meuris Electronics, geeft een folder uit met een volledig programma-overzicht van discotheek apparatuur. De folder is te verkrijgen door *f* 5,– te sturen in gesloten enveloppe, naar Frits Meuris

NordMende videocassette-recorder

De videorecorder biedt de gebruiker tal van mogelijkheden. Hij kan het programma opnemen, waarnaar hij kijkt. Door de 24 uur vooraf programmeerbare schakelklok kan dat ook gebeuren op een moment dat de video-bezitter niet thuis is, of slaapt. De cassette kan steeds



opnieuw worden gebruikt voor het opnemen en weergeven van programma's of eigen opnamen d.m.v. een videocamera.
Een opvallend snufje van de NordMende VHS-recorder is de mogelijkheid van 'Audio Dubbing', waarbij het beeld op de band blijft staan, maar alleen (nieuw) geluid wordt opgespeeld. Dat is niet alleen leuk voor amateurvideofilmers, maar ook voor beroepsgebruikers, die bijvoorbeeld een voorlichtingsvideobandje na overschrijving op meerdere banden in verschillende talen kunnen uitvoeren.

De recorder van NordMende heeft een geadviseerde brutoprijs van *f* 3.295,– en een bindend voorgeschreven minimum prijs van *f* 2.995,–.
Op de Firato zal de NordMende VHS-recorder aan het publiek worden gepresenteerd. Daarbij zal er voor geïnteresseerden alle gelegenheid zijn om het apparaat op zijn mogelijkheden uit te proberen.

Inl.: Koelrad bv, Amstelveen, telefoon 020-451655.

RADIO DISPLAY

VERHUIST

BINNEN TWEE JAAR GROEIDEN WIJ UIT DE PREDIKHERENSTRAAT. IN HET NIEUWE PAND KUNNEN WIJ U NOG BETER VAN DIENST ZIJN, DOOR DE UITBREIDING VAN HET TOCH AL NIET GERINGE ASSORTIMENT.

VANAF 5 SEPTEMBER BENT U VAN HARTE WELKOM OM HET EENS RUSTIG TE KOMEN BEKIJKEN, KUNT U GELIJK EVEN DE 88 PAGINA'S TELLENDE PRIJSLIJST MEENEMEN (PRIJS 2,50, BIJ VERZENDING 4,00).

$100M^2$ ELEKTRONIKA

VOEDINGEN
SCANNERS
2 METER APPARATUUR
POLYKIT BOUWSETS
STUDIO SOUND SYSTEM
VERSTERKERMODULEN
LP
DISCO APPARATUUR
FAL
LUIDSPREKERS
FANE
BOUWPAKKETTEN
AMTRON
GEREEDSCHAP
BERNSTEN
MULTIMETERS
DIGITALE
PRINTMATERIAAL
SENO
BOUWDOZEN
PHILIPS
KITS
VELLEMAN
SYSTEEM
19 INCH
PROTOBOARDS
OSCILLOSKOPEN
MENGPANELEN
BEVEILIGING
VEROBOARD
MCS ALPHA 1 MICROPROCESSOR

EN NOG VEEL MEER:

TRANSISTOREN, THYRISTOREN, TRIACS, DIACS, LEDS, DISPLAYS, DIODEN, INSTRUMENTKASTEN, TRANSFORMATOREN, WEERSTANDEN, NIET-LINEAIRE WEERSTANDEN, RELAIS, ELKO'S, KONDENASTOREN, ISOLATIE- EN KOELMATERIAAL, SPOELEN, TRIMMERS, VERTRAGINGEN, PANEELMETERS, LINEAIRE IC'S, CMOS, TTL, LOW POWER SCHOTTKY, KONNEKTORS, MONTAPRINT, MONTAFLEX, EPOXYPRINT, PLUGGEN, INTERCOMS, MEGAFOONS, SCHAKELKLOKKEN, DIMMERS, MIKROFOONS, HOOFDTELEFOONS, SPRAYS, ENZ.

elektonika

10 minuten van het station. levering onder rembours of bij vooruitbetaling op girorekening 3587603. verzendkosten Fl. 3,50, bij rembours Fl. 6,30. Minimum orderbedrag Fl. 25,00

LANGE JANSSTRAAT 16 3512 BB UTRECHT 030 * 315655

Is uw diepvriezer al eens uitgevallen? Dan weet u dat er stevig moet worden gegeten, als men dat niet op tijd heeft opgemerkt en de hele voorraad al goeddeels is ontdooid. Dit nog afgezien van het financiële verlies, omdat men toch niet alles ineens kan opeten en het grootste deel wel moet weggeven. De hele zaak zo maar laten bederven, is toch ook jammer.

Het is uiteindelijk veel goedkoper om de temperatuur in de diepvriezer elektronisch te bewaken, ook al is daarvoor een afzonderlijke noodvoeding nodig. In de meeste gevallen is immers een langdurige storing van het net over het algemeen de oorzaak van het voortijdig ontdooien van de voorraad. Ook als het koelagregaat zelf helemaal uitvalt, zijn de gevolgen vaak niet te overzien.

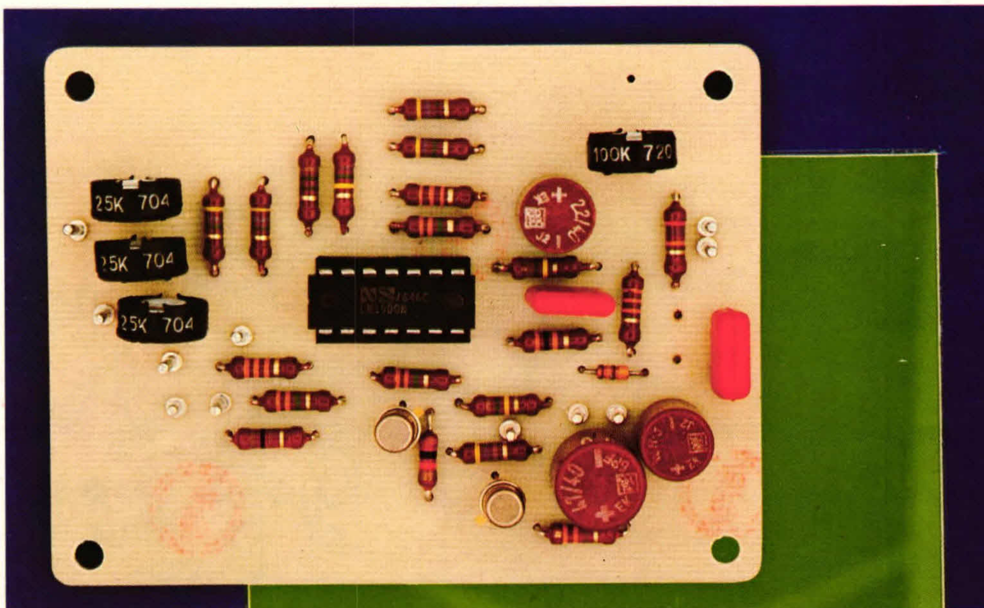
Strijd tegen het bederf

Een temperatuurschakelaar functioneert ook onder het vriespunt en bewaakt de diepvriezer.

Een zeer begrijpelijke schakeling

De operationele versterkers zijn ondergebracht in een enkel IC. De ene ingang van de OP1 is verbonden met een voorschakelweerstand, opgebouwd uit een NTC- en een vaste weerstand en de andere ingang kan worden verbonden met een van de drie vooraf ingestelde en dus op zichzelf vaste voorschakelweerstanden. De voorinstelling dient ervoor, om telkens bij een bepaalde temperatuur een situatie met gelijke ingangspanningen (en stromen) te bereiken. Zoals bekend hangt de weerstandswaarde van een NTC-weerstand (weerstand met Negatieve Temperatuur Coëfficiënt) af van de temperatuur. Stijgt de temperatuur boven een vooraf bepaalde grens, dan daalt de weerstandswaarde van de NTC-weerstand, die wordt gebruikt als temperatuurdetector en de spanning aan de ingang 6 van de operationele versterker wordt positief. Omdat het gaat om de inverterende (omkerende) ingang, daalt de uitgangspanning van de OP1. En dat vormt nu juist het criterium dat we nodig hebben.

Het zou mogelijk zijn om direct op de uitgang van de OP1 een zoemer aan te sluiten. Dat doen we echter niet want met de twee andere aanwezige versterkers kunnen we niet alleen nog een schakeldrempel realiseren en er zo voor zorgen dat alleen een positieve temperatuurafwijking invloed heeft, maar we kunnen er ook voor zorgen dat het waarschuwingssignaal aanvankelijk niet continu klinkt. Daarvoor gebruiken we een versterker als astabiele kipschakeling (multivibrator) die genereert op ongeveer 1 Hz. Aanvankelijk zal de LED dus ritmisch aan en uit gaan en zo zal ook de zoemer korte geluidssignalen geven. Dit maakt de waarschuwingssignalen des te opvallender. In de OP II vergelijken we nu de beide spanningen met elkaar. De rest is eenvoudig, de laatste operationele versterker OP III genereert eveneens maar nu met 1 kHz, zoals ook blijkt uit de waarde van C2. Deze 1 kHz trilling en het uitgangsignaal van OP II komen dan terecht bij de eindtrap met T2, die de luidspreker bestuurt. In de stroomtoevoer van T2 ligt nog de schakeltransistor T1, die evenals de LED door OP II wordt in- en uitgeschakeld. Het volume en de geluidskwaliteit kunnen met R17 worden ingesteld, waarbij het geluid best een sterke vervorming mag hebben, omdat het dan des te indringender klinkt.



Waaruit wordt de temperatuurbewakingseenheid gevoed?

Alleen batterijen? Dat is relatief kostbaar. We hebben ze echter wel nodig in het geval van stroomuitval. Zes kleine batterijtjes vormen daarom de reservevoeding, voldoende voor drie dagen. Als alles goed gaat, voeden we de temperatuurbewakingseenheid echter uit een eenvoudige netvoeding met een goedkope spanningsregelaar (figuur 2). Twee dioden zorgen ervoor dat automatisch wordt overgeschakeld van netvoeding op de batterijen zodra het net uitvalt. Ze blokkeren de stroomdoorgang in de verkeerde richting en zijn op zichzelf goedkoper als een relais. Een aan/uitschakelaar achter de voeding kan vervallen als er een meer-polige plug wordt gebruikt om de temperatuurvoeler (met de NTC-weerstand) aan te sluiten, waarin dan nog contacten vrij zijn. Een brug over twee van deze contacten schakelt de temperatuurbewakingseenheid bij het insteken van de kabel in.

En dan de opbouw

Het komt in hoofdzaak aan op de behuizing. De tekening van de print en ook het montageschema daarvan zijn getoond in figuur 3. De luidspreker wordt over de tevoren voorzichtig uitgezaagde opening in het kastje gelijmd en de lichtgevende diode wordt geplaatst. De schakelaar en aansluitconnectoren kunnen aan de zijkant een plaatsje vinden, evenals de aansluiting voor de extra netvoeding. De plaatsen van de schakeling zelf en de lengte van de leiding naar de NTC-weerstand zijn niet kritisch. Wel is belangrijk waar de weerstand zelf wordt geplaatst. Deze hoort namelijk na de ijking direct te zijn gepositioneerd boven de ingevroren spullen, in het slechtste geval daartussen, maar altijd zo dat er alleen contact met de lucht is en geen direct

Onderdelenlijst voor de temperatuur schakelaar.
Print ELO 80
IC LM 3900N
2 transistoren BC 107A
1 lichtgevende diode (LED), alleen wanneer optische indicatie is gewenst.
luidspreker 8 Ω/0,15W
NTC weerstand ca. 15 k Ω
3standenschakelaar.

Weerstanden, 1/10 W

1 x	100	Ω
1 x	330	Ω
1 x	470	Ω
1 x	10	kΩ
1 x	27	kΩ
1 x	30	kΩ
3 x	33	kΩ
2 x	150	kΩ
1 x	750	kΩ
1 x	1,5	MΩ
3 x	3,3	MΩ
4 x	4,7	MΩ

Condensatoren

2 x	22	μF (elco)
1 x	10	μF (elco)
1 x	0,1	μF
1 x	22	nF

Trimpotmeters

1 x	25	kΩ
1 x	50	kΩ
2 x	100	kΩ

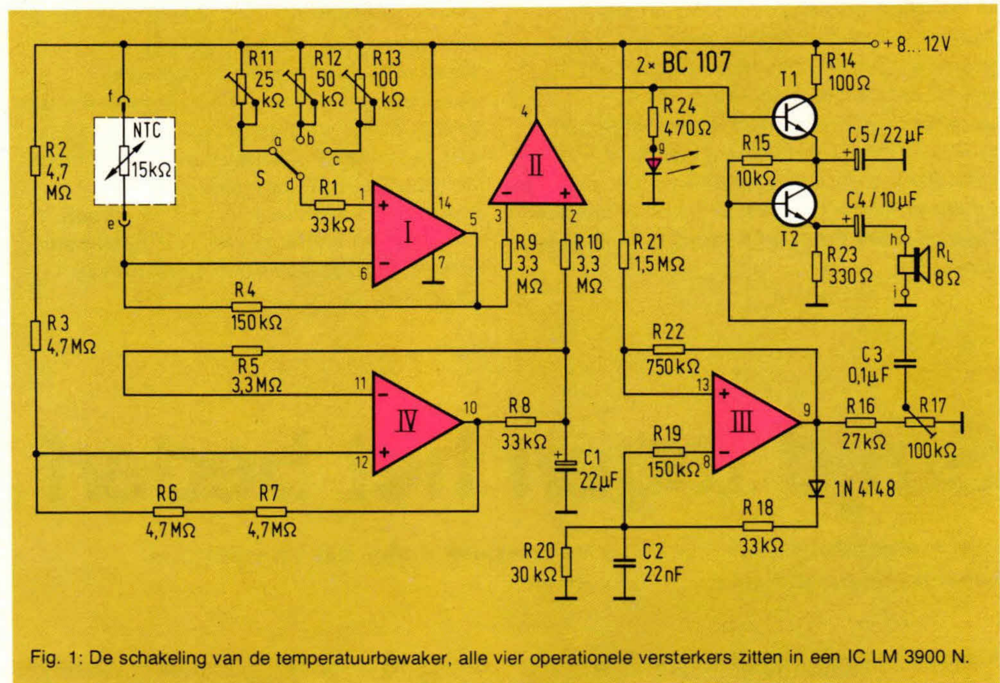


Fig. 1: De schakeling van de temperatuurbewaker, alle vier operationele versterkers zitten in een IC LM 3900 N.

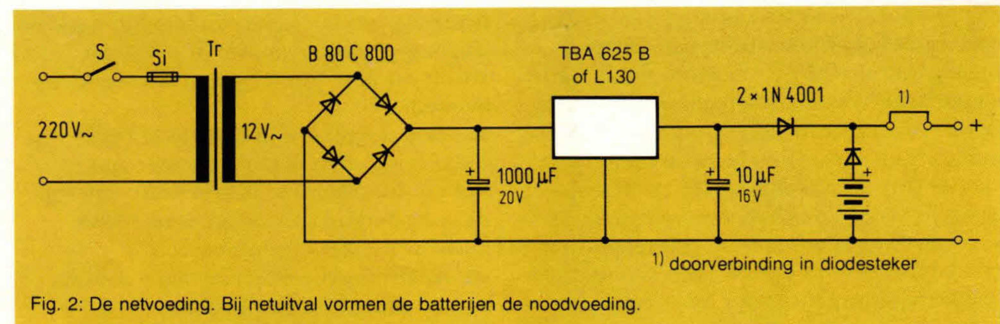


Fig. 2: De netvoeding. Bij netuitval vormen de batterijen de noodvoeding.

contact. Want wanneer er wat gebeurt dan zal de lucht het snelst warmer worden. En bovendien kan men op deze wijze de functie van de temperatuurbewakingseenheid het gemakkelijkst testen. De kabel wordt via een doorvoertule naar buiten gevoerd. Deze mag niet te dik zijn om geen extra warmte te verliezen.

Het moeilijkst is de ijking.

De temperatuurbewakingseenheid moet schakelen als de temperatuur stijgt tot boven −18°C, −24°C en −32°C. Waarom juist deze temperaturen? Voor iedere vrieskast zal een van deze drie temperaturen het meest geschikt zijn en voor het ijken hebben we nu alleen nog een alcoholthermometer nodig. Daarmee tasten we nu als het ware de temperatuur in de lege vrieskist af. De vergelijkingsthermometer en de NTC-temperatuurvoeler moeten daarbij direct naast elkaar op de bodem zijn geplaatst, want daar is het immers het koudste. Nadat de ijktemperatuur is bereikt, wordt telkens de bijbehorende potentiometer zo afgeregeld, dat er nog net geen zoemtoon klinkt en de LED nog net niet gaat branden. Daarna is het al voldoende om de temperatuurvoeler wat hoger te houden in het warmere gebied om de temperatuureenheid direct in te schakelen.

Winfried Knobloch
Johann Wollner

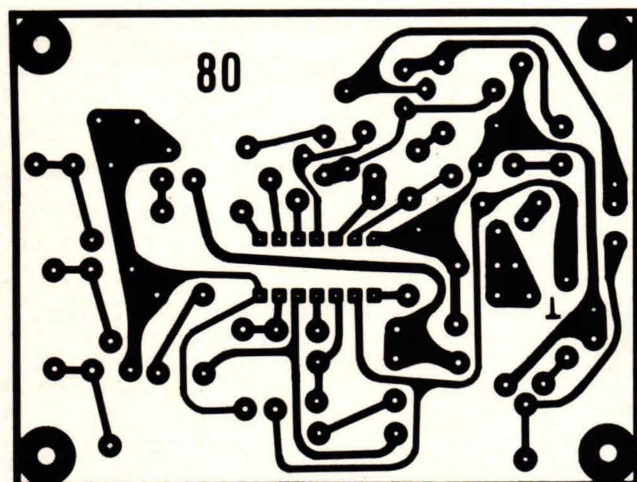
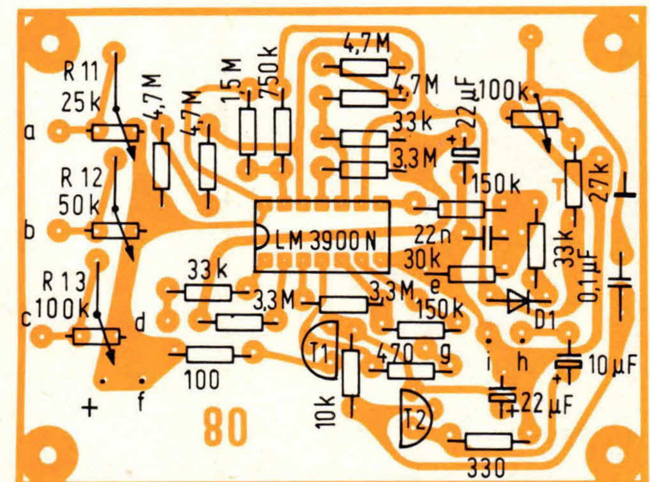


Fig. 3: Lay out en montage-schema van de print.



GROTE ELO WINTERPRIJSVRAAG

In dit nummer en in de volgende twee afleveringen leggen wij u telkens één probleem voor om op te lossen. De oplossing van elk van de drie problemen levert een getal op. Wat heeft u daarvoor nodig. Wel, enige basiskennis op elektronisch gebied en natuurlijk ook een beetje geluk. Wanneer u de volgende twee ELO-nummers heel goed leest zal de oplossing u nog gemakkelijker vallen.
En nu hoe u het moet doen. U lost de opgave op en het getal dat u dan kunt bepalen noteert u hieronder in het juiste vakje.

ELO-nummer:

getal uit de oplossing:

oct	nov	dec

met ruim *f* 10.000 aan prijzen

Na de oplossing van de december-opgave staat er dan in ieder vakje een getal. De drie getallen schrijft u in de goede volgorde op een briefkaart en stuurt die aan ons op. Nadere bijzonderheden als sluiting van het inzendtermijn en deelnemingsvoorwaarden treft u aan in het december-nummer van ELO.

Let u op, belangrijk
Stuurt u a.u.b geen afzonderlijke oplossingen in. Zij tellen niet mee.

Wat u kunt winnen?
De hoofdprijs in deze prijsvraag is de Apple II Compact-Computer ter waarde van ca. *f* 5000,–.

Over de vele andere prijzen meer in het volgende ELO-nummer tegelijk met de tweede opgave.

Opgave 1
De nu volgende tekst, die te maken heeft met ons gehoor en met HiFi-apparatuur bevat enige onjuistheden. Bepaal het **aantal** fouten. Dan heeft u het eerste getal, dat u, zoals gezegd in het eerste vakje onder october invult.
Nogmaals stuurt u ons geen deeloplossingen a.u.b.

Met ons gehoororgaan kunnen wij luchttrillingen van een bepaald frequentiegebied als geluid waarnemen. Dit gebied ligt bij de mens gemiddeld tussen 160 en 20.000 trillingen per seconde en omvat dus 10 à 11 octaven. Met het toenemen van de jaren neemt ook de bovenste hoorgrens toe.
Technisch is de overdracht van dit frequentiegebied zonder al te veel problemen te verwezenlijken. Alleen de omzetting van het geluid in een elektrisch signaal en omgekeerd aan de randen van het frequentiegebied levert enige moeilijkheden op. Dat komt voor rekening van de microfoon, de pickup, de opneem/weergeefkop de luidspreker en niet te vergeten de grammofoonplaat en de geluidsband deze behoren bij de boosdoeners tussen de eerst- en laatst genoemde. Bij de luidspreker is het al heel duidelijk. Hele maal boven- en helemaal onderaan in het over te dragen frequentiegebied gaat het hem gemakkelijk af om de elektrische signalen in de juiste sterkte-verhouding en ook in onvervormd geluid om te zetten. En dan gaan we er maar aan voorbij, dat er natuurlijk ook daar tussen veel problemen zijn, die luidsprekerfabrikanten het leven bepaald niet gemakkelijker maken. Maar er wordt hard aan gewerkt om deze problemen op te lossen. Jammer genoeg gaan de prijzen echter sneller omhoog dan de kwaliteit.

En daar komt nog iets bij: wanneer wij ook geen sinustoon boven 16 Hz meer horen, dan is het heel duidelijk, dat wij elektro-akoestisch weergegeven muziek als natuurlijk ondergaan, wanneer de weergeefapparatuur meer dan de genoemde 20 kHz overdraagt. Daarom kunnen superinstallaties daar zelfs nog bovenuit komen.
Geluid is dus evenals licht, warmte en pijn een subjectief begrip, het hangt helemaal van ons zintuig af, welk deel van de luchttrillingen wij wel of niet geluid noemen. Wat vroeger geluid voor ons was hoeft het nu niet meer te zijn.

In de IC-techniek zijn de meest uiteenlopende begrippen en afkortingen gebruikelijk. De bedoeling van deze artikelen is, deze voor de hobbyelektronicus wat te verduidelijken en wat licht in deze materie te brengen.

Geïntegreerde schakelingen

eenvoudig en doordacht

Fig. 1 geeft een overzicht van het hele scale geïntegreerde schakelingen. Om te beginnen onderscheidt men daarin twee grote deelgroepen; de lagenschakelingen en de monolitische schakelingen. De door de hobby-elektronicus gebruikte geïntegreerde schakelingen zijn meestal monolithische schakelingen. In deze groep zijn behalve lineaire schakelingen vooral de digitale IC's in TTL, LSI, C-MOS en sedert kort ook in andere MOS-technologiën van belang. Hierop zal aan het eind van dit artikel nog nader worden ingegaan.

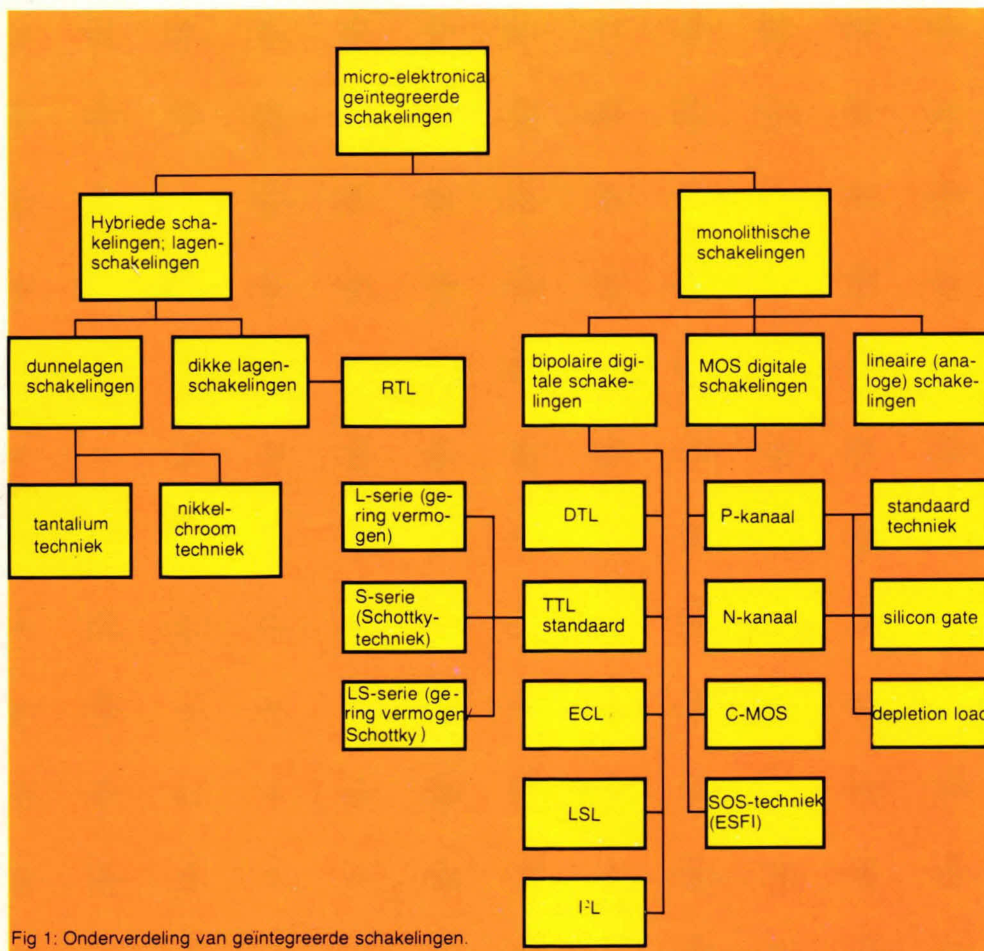


Fig 1: Onderverdeling van geïntegreerde schakelingen.

Verklaring van de begrippen in de IC-techniek

Het gebied van de geïntegreerde schakelingen – ook wel micro-elektronica genaamd – omvat alle technologiën waarbij meerdere componenten in één fabricageproces gelijktijdig worden aangebracht.

Lagenschakelingen

In de lagentechniek worden geleidersporen, weerstand-, diëlektrische- en isolatielagen op platte dragerplaatjes (substraten) aangebracht. Weerstanden en condensatoren kunnen desgewenst als afzonderlijke elementen in een netwerk door geleidersporen met elkaar worden verbonden, of gecombineerd met elkaar worden vervaardigd. Als substraatmateriaal gebruikt men hoogwaardig aluminiumoxydekeramiek of glas.

Hybride schakelingen

Worden daarenboven in een lagenschakeling actieve of passieve miniatuurcomponenten zoals transistoren, halfgeleiderschakelingen, dioden, spoelen, thermistoren enz. gemonteerd, dan spreekt men bij een aldus verkregen bouwsteen van een zogenaamde hybrideschakeling. Condensatoren worden uit economische en technologische overwegingen soms als lagen-condensatoren en soms als discrete condensatoren uitgevoerd.

Dikkelagenschakelingen

Hierbij worden de lagen door middel van zeefdruk aangebracht en vervolgens bij temperaturen tot 1.000°C **gesinterd.** Om de verschillende elementen te beschermen, wordt meestal als afdekking een dunne glazuurlaag opgebracht en eveneens gesinterd (afb. 1a). De gewenste weerstandwaarden worden bereikt door de keuze van de pasta en een juiste dimensionering van lengte en breedte van de weerstandsporen. De geleidersporen bestaan uit zilver-palladium; in speciale gevallen uit goud. De dikkelaag condensator wordt tegelijk met het weerstandsnetwerk aangebracht. Daartoe

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Substraten zijn de dragermaterialen voor halfgeleiderschakelingen.

Discrete componenten
Bij deze componenten gaat het om transistoren, dioden en andere elementen in de gebruikelijke uitvoering; in tegenstelling tot geïntegreerde microschakelingen.

Sinteren
Het verhitten van stoffen tot aan hun smeltpunt, zodat er na afkoeling een stof ontstaat met andere elektrische en mechanische eigenschappen. In dit geval: het opdampen van stoffen, waardoor een laag ontstaat met andere elektrische en mechanische eigenschappen.

Diëlektricum
Een niet geleidend materiaal of isolator.

gebruikt men **"diëlektrische"** pasta's op bariumtitanaat-basis. Dit is een keramische massa waaruit ook de in de handel verkrijgbare keramische condensatoren met grote capaciteit, de zogenaamde HDK-condensatoren (Hoge Diëlektrische Constante) worden vervaardigd. De opbouw van een dikkelaag condensator komt overeen met die van een keramische monolaag condensator. Om de condensator tegen vochtinwerking te beschermen, worden ze vervolgens met een beschermende glaslaag bedekt.

Dunnefilm schakelingen

Geleidersporen, weerstanden en condensatoren worden in vacuum op het substraat aangebracht. Voor schakelingen met gering verliesvermogen kunnen glassubstraten worden gebruikt. In principe onderscheidt men hierbij twee technologiën (afb. 1b).

Nikkel-chroom techniek

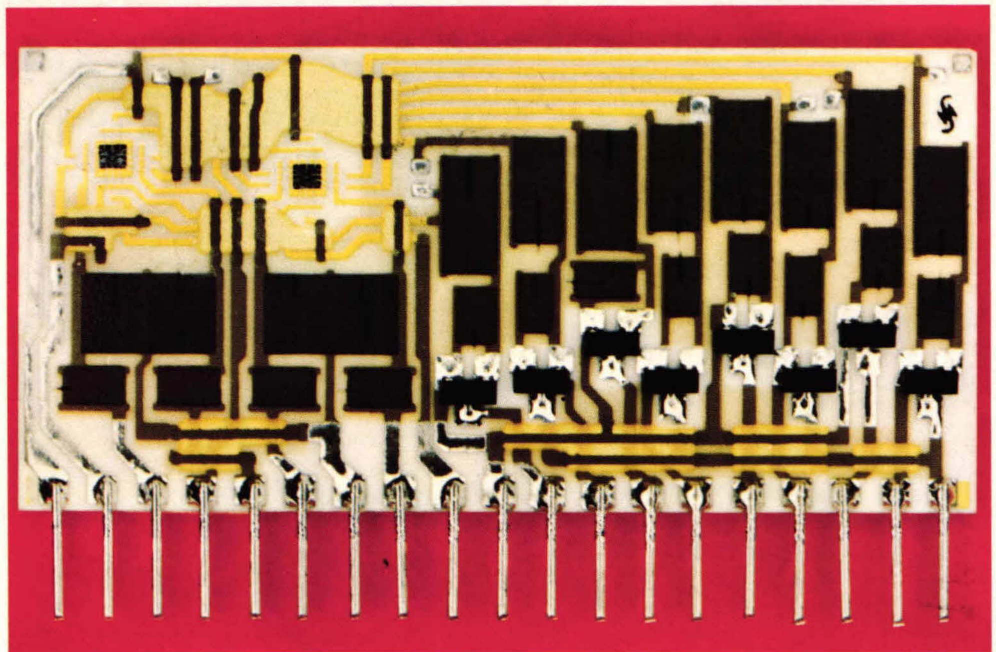
Het opbrengen van de componenten op het substraat gebeurt door opdampen met bijvoorbeeld maskers. Hiervoor heeft men zes opdampstations en zes verschillende maskers nodig. Deze maskers bestaan uit circa 50 μm dikke stalen folies waarin kleine vensters zijn geëtst. Elk opdampstation vertegenwoordigt een processtap. Begonnen wordt met het opdampen van de chroomnikkel hechtlagen die ervoor moeten zorgen dat de daarna op te dampen, uit goud bestaande geleidersporen zich beter hechten. Uit beide metalen zal zich een **legering** vormen. Tijdens de derde opdampfase wordt weer chroomnikkel opgedampt. Nu worden de weerstandsporen aangebracht. Vervolgens worden in drie processtappen door het opdampen van aluminium-siliciumoxyde condensatoren gefabriceerd en daarna wordt weer een aluminiumlaag aangebracht. Alle opdampbewerkingen worden in een processlag in hoogvacuum uitgevoerd, zodat na het beluchten van de installatie de structuren kant-en-klaar beschikbaar zijn. Daarvoor heeft men installaties nodig waarbij het mogelijk is de maskers onder vacuum te verwisselen. De

Legering
Een mengsel van metalen ontstaan door het samensmelten van meerdere metalen.

Oxydatie
Verbinden van een chemische stof met zuurstof.

Elektrolyt
Stof die in waterige oplossing de elektrische stroom geleidt.

Dotering
Veranderen van de elektrische geleidbaarheid van een halfgeleider door het bijvoegen van kleine hoeveelheden van verschillende substanties (inlegeren). Het aantal van de door het doteren bijgemengde vreemde atomen is in vergelijking met het aantal halfgeleideratomen buitengewoon gering.



Afb 1a: Dikkelagenschakelingen (magneetkernendrijver en selectieschakeling voor elektronische dataverwerkingsinstallaties).

NiCr-opdamptechniek wordt voornamelijk daar toegepast, waar extreme hoge eisen worden gesteld aan de schakelingen en waar geïntegreerde dunnelagen condensatoren trimbaar moeten zijn uitgevoerd.

Tantalium-techniek

Bij deze techniek worden de lagen aangebracht door het opstuiven en vervolgens selectief foto-etsen. Selectief wil in dit geval zeggen, dat de lagen met een laklaag worden afgedekt, waarin zich op die plaatsen waar moet worden geëtst, kleine openingen bevinden. Hiervoor worden verschillende etsvloeistoffen gebruikt, die slechts een bepaald materiaal bijvoorbeeld goud, tantalium enz. aantasten. Tantalium wordt gebruikt als weerstandsmateriaal en het uit tantalium door **anodische oxydatie** verkregen tantaliumpentaoxyde als diëlektricum. Hierbij wordt op tantaliumnitriede een **dektrolyt** (bijvoorbeeld citroenzuur) aangebracht. Op soortgelijke wijze als bij een elektrolytische condensator ontstaat door formeren een isolatielaag, in dit geval tantalium-pentaoxyde. De geleidersporen bestaan uit goud met nikkel-chroom als hechtlaag. De afzonderlijke lagen worden door kathodeverstuiving in vacuum over het hele oppervlak van de keramische- of glazen substraten aangebracht. Tussen de kathode van deze installatie, die uit het te verstuiven tantalium is vervaardigd en een ringvormige anode met uittree opening (fig. 1c), wordt een spanning van circa 500 V aangelegd. Voorts bevindt zich rondom de anode een hoogfrequent-spoel die tot taak heeft een elektrodeloze ringontlading in stand te houden en de gehele ruimte met plasma te vullen. Uit de kathode worden metaalionen losgerukt, die op het achter de uittree opening opgestelde substraat neerslaan. Vervolgens krijgen de netwerken met behulp van foto-etsen hun vorm. Dit geschiedt met behulp van ultravioletgevoelige lakken en selectieve etsvloeistoffen voor de goud- de NiCr- en de tantaliumlagen. De tantalium foto-etstechniek, leent zich bijzonder goed voor het op economische wijze vervaardigen van grote aantallen. Daarbij worden op grote substraten van 100 x 100 mm meerdere netwerken gelijktijdig aangebracht, die vervolgens met een numeriek gestuurde laser tot losse netwerken worden gesneden. Bij de numerieke besturing zijn alle bewegingen in ponsband vastgelegd zodat de hele bewerking volautomatisch wordt afgewerkt.

Monolithische schakelingen

Het betreft hierbij geïntegreerde schakelingen waarbij transistoren, dioden, weerstanden en condensatoren op een enkel siliciumelement zijn onder gebracht. Met behulp van fotomaskers wordt op een siliciumplak een groot aantal gelijksoortige structuren aangebracht. Op deze wijze kunnen op een plak een groot aantal halfgeleiderschakelingen tegelijk worden aangebracht. Het fabricageproces verloopt ongeveer als volgt (fig. 2): Op een P-geleidende (positief geleidende) siliciumplak wordt een circa 1 μm dikke, voor doteringstoffen ondoordringbare SiO_2-(kwarts)laag aangebracht, waarop een lichtgevoelige laklaag wordt gelegd. Bij het overbrengen van het fotomasker, dat op die plaatsen zwart is, waar in de oxydelaag vensters moeten ontstaan, worden de eigenschappen van de lichtgevoelige laag bij het belichten zo veranderd, dat deze bij het daaropvolgende ontwikkelproces, onder de zwartingsplaatsen oplosbaar blijft. Met een etsmiddel dat niet de lak, maar wel het SiO_2 oplost, worden de door de vensters in de lak vrijgekomen delen van de oxydelaag weggeëtst. Na het

verwijderen van de nog resterende lak kunnen nu bij het daaropvolgende diffusieproces, op de oxydevrije plaatsen doteringstoffen in de siliciumplak doordringen en bijvoorbeeld een N^+-geleidende laag vormen.
Een diffusie kan men zich enigermate als volgt voorstellen. Schrijft men met een ballpoint op een plastic folie, dan kan men het geschrevene met een oplosmiddel onmiddellijk weer wegvegen. Na enkele dagen is de inkt echter in het plastic ingediffundeerd (binnengedrongen) en laat deze zich niet meer verwijderen.

Bij halfgeleiders geschiedt de diffusie niet met een pasta, maar met doteringstoffen in gasvorm, gevolgd door een nieuwe oxydatie. In meerdere fabricagestappen worden volgens hetzelfde proces weer nieuwe doteringen in het halfgeleiderkristal aangebracht. Aan het eind blijven alleen de aansluitvensters open en worden er over het oppervlak door opdampen en selectief etsen metallische geleidersporen aangebracht.
Nadat alle op de siliciumplak ontstane geïntegreerde schakelingen met behulp van een meetstation met een groot aantal meetpennen elektrisch zijn gekeurd, worden de bruikbare schakelingen door krassen en breken van elkaar gescheiden, op een drager gemonteerd en met enkele dunne aansluitdraden met de aansluitpennen verbonden. Het geheel wordt in plastic ingebed en levert uiteindelijk de ons zo vertrouwde IC op.

Afb. 1b: Dunnelagenschakeling (actief RC-filter voor het laagfrequent gebied). Kenmerkend voor de dunnefilmtechniek zijn de meandervormig uitgevoerde weerstanden.

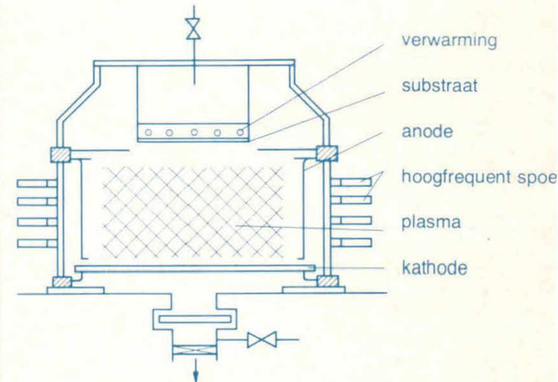


Fig. 1c: Kathode-verstuivingsinstallatie met ring-ontladingsplasma.

Integratieschaal

De integratieschaal geeft het aantal functies aan dat op een kristalelement kan worden ondergebracht.

SSI: Small Scale Integration
(Integratie op kleine schaal)
Uit de beginperiode van de geïntegreerde schakelingen waarin nog niet zo heel veel componenten konden worden geïntegreerd.

Poortschakeling
Logische schakeling uit de digitale techniek voor puls- of spanningstoestanden (bijv. NIET-EN, NIET-OF).

Bipolair
Tweepolig.

Epitaxie
Een volgens bepaalde wetmatigheden aangroeien van kristallen. Heel algemeen verstaat men onder epitaxie een bepaald proces waarbij gasvormige vreemde stoffen op een kristallijne drager (bijv. silicium) worden opgebracht.

MSI: Medium Scale Integration
(Integratie op middelgrote schaal)
Integratieschaal die het mogelijk maakt tot 100 poortfuncties op een kristal onder te brengen.

LSI: Large Scale Integration
(Integratie op grote schaal)
Een integratieschaal waarbij meer dan 100 poorten per kristalelement worden ondergebracht. Momenteel is 2000 poortschakelingen gebruikelijk en de MOS-techniek 15000 componenten. Voor de komende vier jaar rekent men met een verviervoudiging van de integratieschaal.

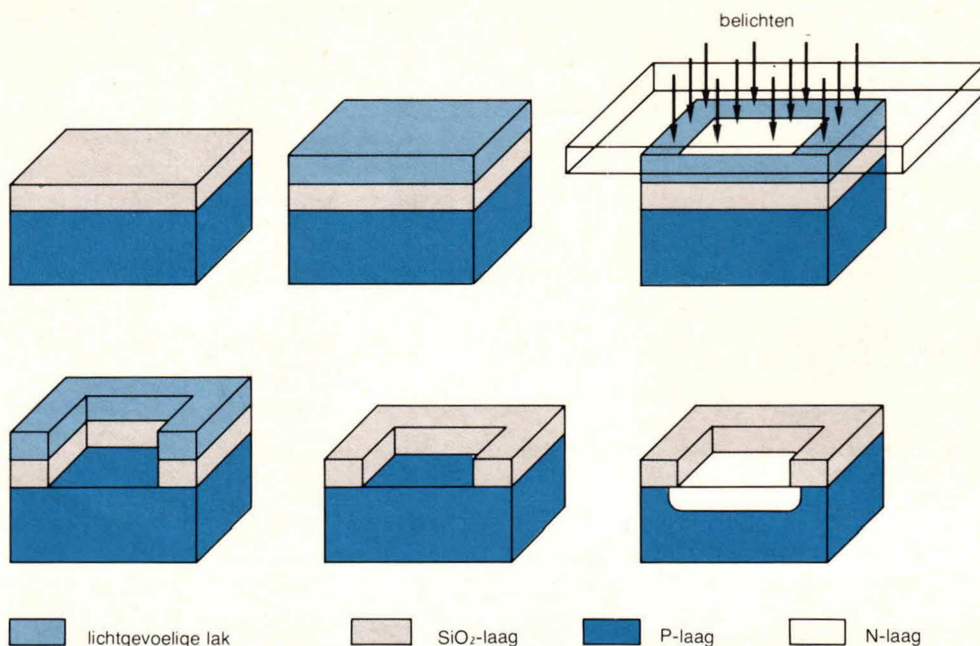


Fig. 2: De verschillende stappen in de planaire techniek voor het aanbrengen van een diffusie.

Geïntegreerde componenten

In fig. 3 is schematisch de doorsnede van verschillende onderdelen voorgesteld, zoals men die in een **bipolaire,** geïntegreerde halfgeleiderschakeling kan aantreffen. Bij geïntegreerde NPN-transistoren wordt bij de eerste diffusie ter verbetering van de elektrische eigenschappen een goed geleidende N^+-laag (een sterk gedoteerde N-laag) aangebracht. Als volgende stap worden de isolatiewallen tussen de componenten met een P^+-diffusie verbeterd. De collector wordt gevormd door een bij hoge temperatuur uit de gasfase afgescheiden N-laag **(epitaxie).** Deze groeit **monokristallijn** aan. Dit proces kan men zich sterk vereenvoudigt vergelijken met het neerslaan van vocht op een vensterruit. Een herhaalde P^+-diffusie levert weer de scheidingswallen in de epitaxiale laag. Vervolgens worden met de hierboven al genoemde processen de basisgebieden door P-diffusie en de emitters door N^+-diffusie aangebracht. Gelijktijdig worden met deze N^+-diffusie de contactplaatsen van de N-gebieden versterkt. Door het opdampen van de geleidersporen worden de gewenste verbindingen tussen de afzonderlijke onderdelen tot stand gebracht. De afgebeelde diode vormt de basis-collector diode (hoge tegenwaartsspanning). Men vindt echter ook dioden tussen emitter en basis en dioden waarmee basis- en collectorzones met elkaar zijn verbonden. Deze laatsten zijn bijzonder laagohmig. Als weerstanden worden de basislagen gebruikt. Voor hoogohmige weerstanden

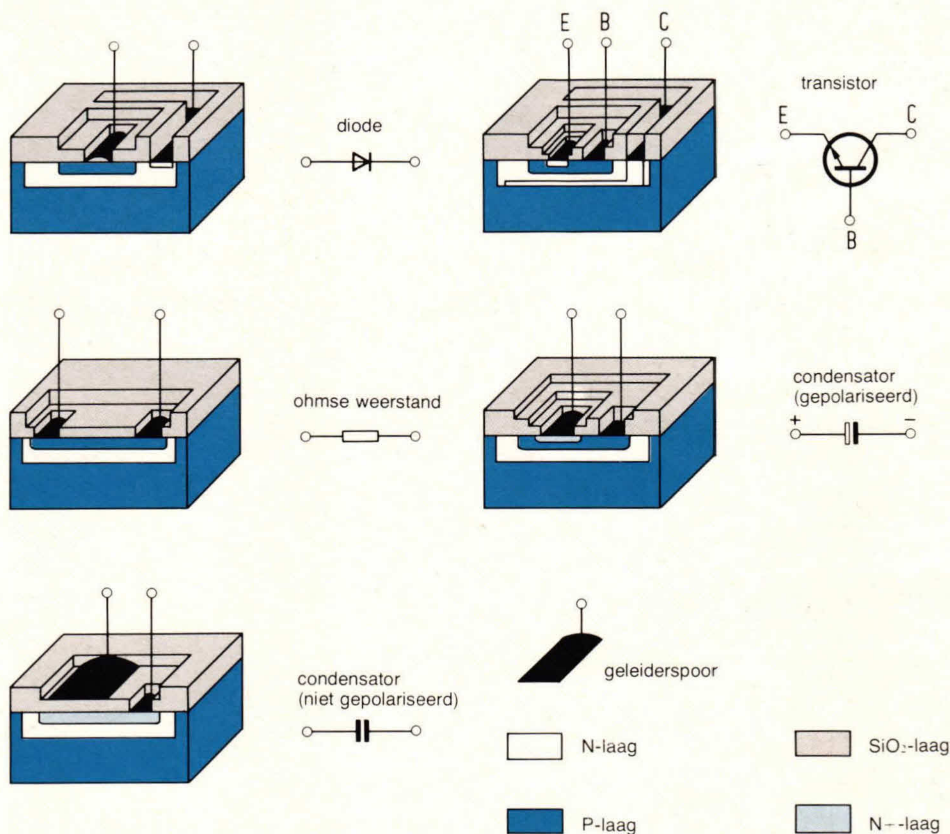


Fig. 3: Monolithisch geïntegreerde componenten.

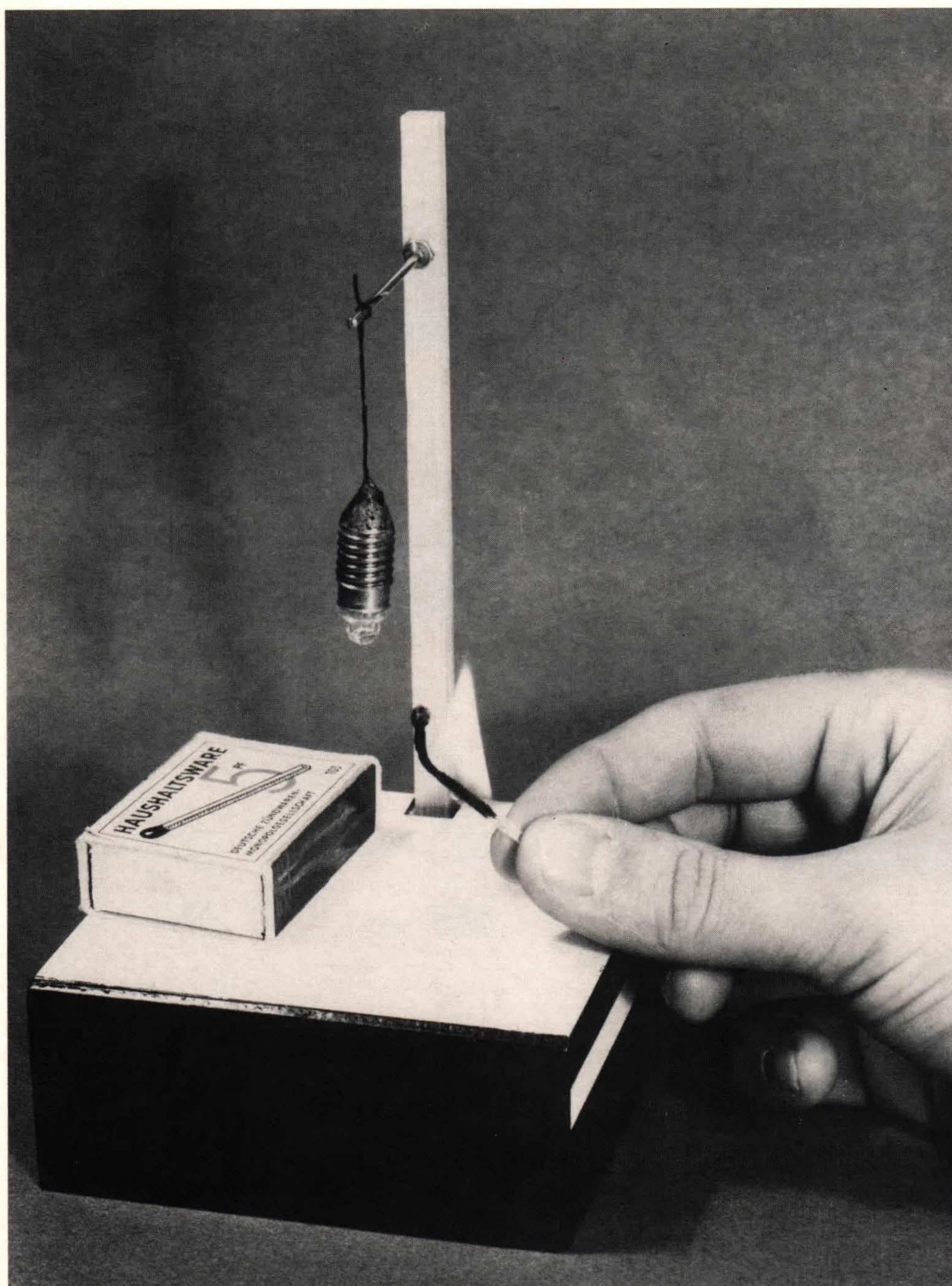
wordt dit gebied door een er boven liggende emitterdiffusie ingesnoerd, dat wil zeggen dat de doorsnede zeer sterk wordt verkleind. Bij de condensatoren onderscheidt men condensatoren uit een PN-overgang (gepolariseerd) en MOS-condensatoren (uitsluitend met zeer kleine capaciteiten te realiseren). In de MOS-techniek (waarover later meer) worden hoofdzakelijk transistoren en slechts een enkele maal weerstanden en condensatoren geïntegreerd.

H. Pelka
(wordt vervolgd)

Monokristal
Het in staven geleverde germanium bestaat uit een groot aantal kleine, naast elkaar liggende kristallen en bezit daardoor stoorplaatsen in de kristalstructuur die het materiaal ongeschikt maken voor de fabricage van transistoren en dioden. De germaniumstaven worden opnieuw gesmolten waarbij een monokristal ontstaat.

In feite bestond een dergelijke lamp reeds vele jaren; de moderne elektronica echter heeft het pas voor de elektronica-hobbyist mogelijk gemaakt, iets dergelijks samen te stellen.

** TOVEREN MET DE MAGISCHE LAMP



De werking is inderdaad verbluffend; aan een galgje hangt, zo op het oog slechts aan één zijden draadje, een gloeilampje. Nauwelijks houdt men er een brandende lucifer onder, of het lampje gaat aan en blijft branden tot het wordt uitgeblazen. Het geheim van deze operatie: een fotoweerstand in de bodem van het kastje, een OpAmp en een schakeltransistor. De brandende lucifer belicht de LDR, de elektronica verzorgt de schakeling en de lamp licht op. Hierbij valt het licht op de LDR, zodat deze toestand gehandhaafd blijft.
Zodra er echter tegen het lampje wordt geblazen, valt de lichtbundel niet langer op de LDR, de elektronica schakelt uit en de lamp dooft. We laten nu de ontwerper, aan het woord:

De galg

In twee houten latjes, afkomstig uit de modelbouw, met afmetingen van 7 x 3 mm en 180 mm lang, worden twee 2,5 mm gaatjes geboord, ieder op een afstand van 25 mm van het uiteinde. Een derde gaatje wordt 8 mm van het einde geboord, waardoor het 15 mm van de andere is verwijderd. Om er zeker van te zijn, dat beide gaten in de latjes precies in lijn liggen, worden de latjes voor het boren met plakband aan elkaar geplakt; in de beide onderste gaatjes wordt een schroefdraad van 3 mm getapt. Hierin worden de beide contact-schroeven aangebracht en verbonden met dunne koperdraden. In het bovenste gat komt een dun buisje, bijvoorbeeld een lege stift van een ballpoint, 60 mm lang, waarin 10 mm van ieder uiteinde een 1...1,5 mm gaatje wordt geboord. Nadat de beide dunne draadjes vanaf de contactschroeven tussen de beide latjes door via, het eerste gaatje in het buisje zijn ingebracht en via het tweede gaatje weer worden uitgevoerd, kunnen de

beide latjes, met daartussen de draadjes, aan elkaar worden geplakt. De beide draadjes, worden 40 mm onder de plaats waar zij uit het buisje komen aan het lampfittinkje gesoldeerd. Ter versterking van de beide dunne draadjes wordt nog een (zijden) draadje aan de lampfitting geplakt. Dit draadje wordt nu op zijn beurt langs de beide (koper) draadjes gelegd en over het buisje heen aan elkaar geknoopt. Voor oningewijden lijkt het net, alsof het lampje aan een (zijden) draadje hangt. Fig. 1).

Het basis-kastje

Uit 1,5 mm dik triplex en enige latjes uit de afval van de modelbouw wordt het kastje, dat de basis voor het galgje en de elektronica vormt, in elkaar gelijmd. De verticale sleuf van 80 x 8 mm wordt uitsluitend voor "magische" doeleinden gebruikt. In de onderkant van de dekplaat, die uit een 1,5 mm dikke kunststofplaat bestaat, wordt met behulp van een scherp mes tot aan de witte oppervlaktelaag een "holletje" gekrabd, waardoor de dekplaat op deze plaats doorzichtig wordt.
Nadat de fotoweerstand precies onder de plaats, waar later het lampje aan de "galg" hangt, is aangebracht, wordt de aldus geprepareerde plaat vastgelijmd. In de bodemplaat wordt een schuifschakelaartje gemonteerd ten einde hiermee onnodige stroomgebruik van de nogal zwaar belaste batterij tegen te gaan. Uit de figuren 2, 4 en 5 kunnen we de verdere bijzonderheden waarnemen.

Hierbij moet terdege op het maken van goede contacten worden gelet; de messing-plaatjes moeten tevens de galg vasthouden. Een onderlegbodem van schuimpolystyreen houdt de 9V batterij vast; beter is het twee 9V batterijen (parallel) toe te passen, daar het stroomverbruik van het lampje tamelijk hoog is. Voorts verdient het ook aanbeveling om het plaatje met de elektronica vast te schroeven.

De elektronica

De zeer eenvoudige schakeling – die in fig. 3 is afgebeeld – spreekt welhaast voorzichzelf; zodra de weerstand van de LDR afneemt, schakelt de OpAmp om en de transistor wordt geleidend, zodat het lampje oplicht. De gevoeligheid kan worden geregeld met behulp van de trimpotentiometer van 50 Ω, waarbij uiteraard rekening met het vreemd invallend licht moet worden gehouden. Het verdient daarom aanbeveling, de "Magische Lamp" in een ietwat verduisterde ruimte te vertonen.

De tovertruc met de "magische lamp"

Een toeschouwer kiest uit een spel kaarten één bepaalde kaart; de goochelaar toont aan de toeschouwer een blanco-(onbedrukte-) kaart, die vast tussen twee glasplaatjes is geklemd. Hierbij moeten de toeschouwers zich op de in gedachten genomen kaart concentreren, teneinde te bereiken, dat hierdoor de blanco-kaart door de gedachtenstroom wordt "belicht". De nog steeds "witte" blanco-kaart wordt tussen de loodrechte sleuf in het kastje geschoven. Met behulp van een brandende lucifer wordt het lampje "aangestoken"; hierdoor wordt de aanvankelijk blanco-kaart door de gedachtenstroom "ontwikkeld". Zodra de beide glasplaatjes weer uit de sleuf worden getrokken, bevindt zich de in gedachten genomen kaart zich tussen de glasschijfjes. Hoe of dat mogelijk is? Zoudt u uw tovertrucs ook zo gemakkelijk prijs geven?

Helmut Ziegler

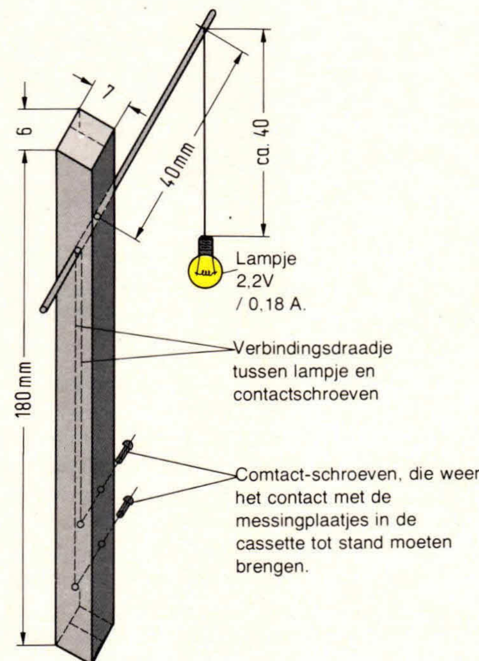


Fig. 1: Zo geschiedt de montage van het galgje.

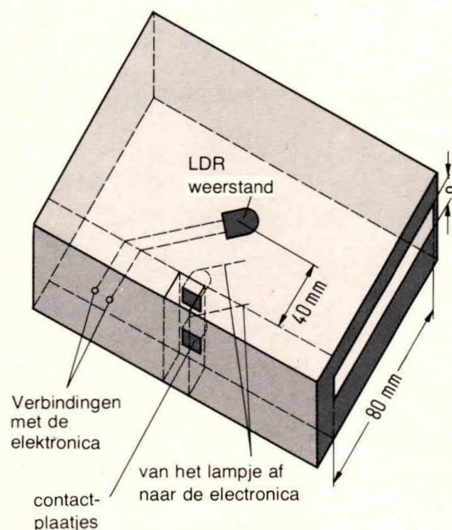


Fig. 2: Montage voorbeeld voor het basis-kastje.

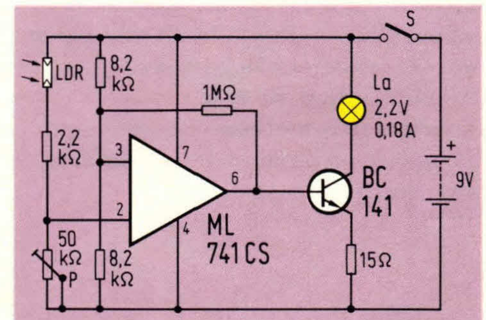


Fig. 3: Eenvoudiger is nauwelijks mogelijk: de ongecompliceerde schakeling van de "Magische Lamp".

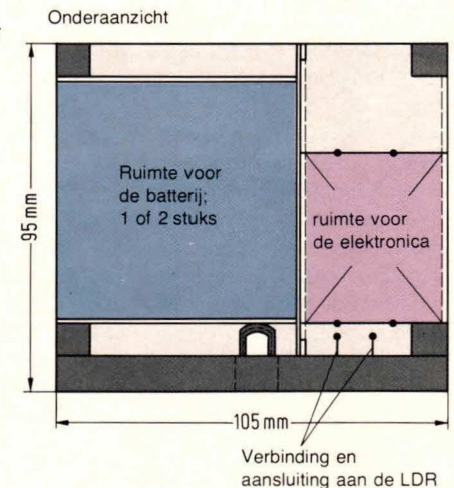
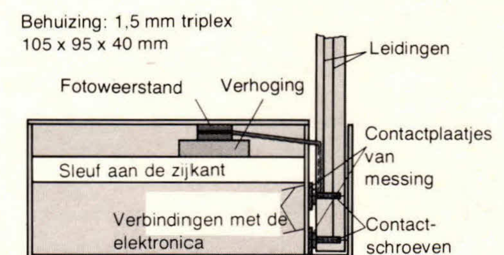


Fig. 4: Zo economisch mogelijk benut: de ruimte in het basis-kastje.

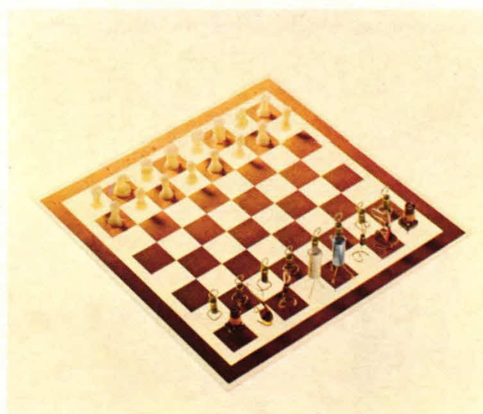


Een doorsnede van het basis-kastje toont de positie van de fotoweerstand en de aansluitcontacten.

SPIJKERS

Deel 1

Men kan op zeer veel manieren experimenteren met elektronische schakelingen. De diverse bouw- en experimenteerdozen zijn zeker bekend. Ook de insteekbordjes zullen de meeste lezers wel eens hebben gezien. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. In een serie artikelen zullen we een experimenteermethode beschrijven die ook in professionele laboratoria vaak wordt toegepast.



Afb. 1.1.: Elektronische componenten en de schaakstukken broederlijk op het schaakbord. Het spel kan beginnen.

Elektronische schakelingen en componenten

Elektronika kan men vergelijken met schaken. De schaker heeft een aantal schaakstukken. Elk stuk mag en kan maar op één manier worden gebruikt. Hoe het schaakstuk mag worden verzet heeft men van te voren afgesproken. Er is een zeer beperkt aantal schaakstukken n.l.: pion, toren, paard, loper, koningin en koning. De elektronicus maakt van niet méér verschillende componenten gebruik dan het aantal stukken van een schaakspel. We hebben n.l.: weerstand, spoel, condensator, diode en transistor. Geschaakt wordt op een bord met vierenzestig velden, in de elektronica heeft men altijd een spanningsbron nodig. Het is algemeen bekend dat het aantal speelmogelijkheden bij een schaakspel vrijwel oneindig groot is. Zo is ook het aantal schakelingen in de elektronica onuitputtelijk.

Waar gaat het om?

Om goed in de elektronica te kunnen experimenteren zal men eerst de eigenschappen van de componenten moeten leren. Met deze componenten kunnen een aantal basisschakelingen worden gemaakt. Het is van groot belang dat we het gedrag van deze schakelingen kennen. Elk elektronisch apparaat is n.l. opgebouwd uit meerdere, al of niet verschillende basisschakelingen.

Welke basisschakelingen zijn er?

In figuur 1.2 (tabel 1) is een overzicht gegeven van de componenten en de basisschakelingen. Soms kan men geen scherpe scheiding tussen de eigenschappen van twee schakelingen trekken zodat men zich kan afvragen of een bepaalde schakeling wel of niet een basisschakeling is. Nemen we bijvoorbeeld oscillatoren en wisselrichters, dan is daar principieel geen verschil tussen. Ze zetten alle twee gelijkspanning om in wisselspanning. Het toepassingsgebied is echter zo verschillend dat men het als twee verschillende basisschakelingen beschouwt.

Wat is nog meer belangrijk in de elektronica?

Bij de basisschakelingen behoren opnemers en weergevers. Een opnemer is bijvoorbeeld een microfoon, een luidspreker is een weergever. Als men alles bij elkaar neemt, componenten, basisschakelingen opnemers en weergevers, dan is elektronica zeer complex. De meeste mensen die werkzaam zijn in de elektronica beheersen dan ook maar een gedeelte van het vakgebied. Zo kennen we hoogfrequentspecialisten, laagfrequentspecialisten, TV-specialisten enz. Deze mensen hebben één ding gemeen, n.l.: ze kennen de eigenschappen van de basisschakelingen. Ze combineren echter de basisschakelingen zo verschillend dat de ene specialist bijna niets van het andere vakgebied begrijpt.

Wat is het doel van deze artikelen?

Met deze artikelen willen we de lezer langs experimentele weg kennis laten maken met de componenten, basisschakelingen, opnemers en weergevers. De schakelingen kunnen dan later naar behoefte worden gecombineerd tot een groter geheel. Bovendien kan men dan in andere schema's de basisschakelingen herkennen. Hierdoor wordt foutzoeken en/of het aanpassen van de schakeling aan de eigen behoefte gemakkelijker.

Wat hebben we nodig?

Om te beginnen hebben we nodig:
10 plaatjes multiplex 10 x 10 cm
10 plaatjes multiplex 10 x 20 cm
100 messing spijkers, 1,2 mm dik en 20 mm lang
tinsoldeer
soldeerbout
handgereedschap

De vereiste componenten zullen steeds in een aparte lijst worden vermeld. In deze lijst wordt ook aangegeven welke componenten reeds eerder werden gebruikt. Door telkens de vorige schakeling te demonteren heeft men slechts nog enkele componenten nodig om de nieuwe schakeling te kunnen maken. Worden de schakelingen wat groter dan is het verstandig een experimenteerprint te

tabel 1

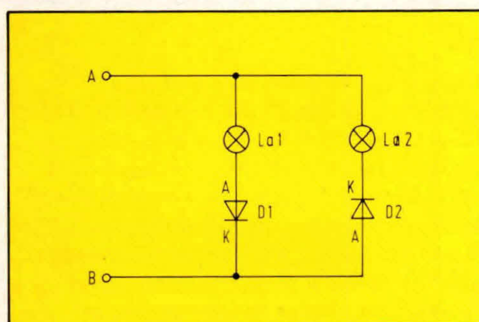
WEERSTAND:	gelijkspanningversterker
SPOEL:	wisselspanningversterker
CONDENSATOR:	verschilversterker
DIODE:	gelijkrichter
TRANSISTOR:	wisselrichter
SPANNINGSBRON:	oscillator
	netwerken van weerstanden spoelen en condensatoren
	modulator
	mengschakelingen
	astabiele multivibrator
	bistabiele multivibrator
	monostabiele multivibrator
	triggerschakelingen

Afb. 1.2: Componenten en basisschakelingen.

kopen. Deze print zullen we naderhand behandelen. De print voorkomt het "defect solderen" van de componenten zodat ze ook werkelijk meer dan éénmaal kunnen worden gebruikt.

Werking van een diode

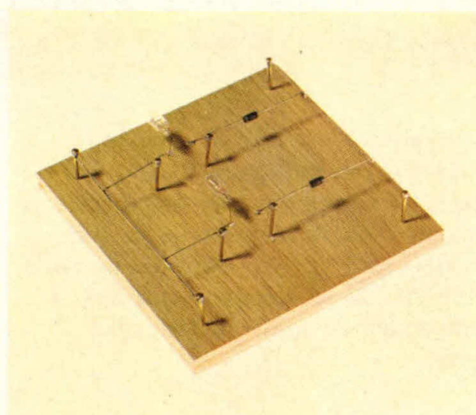
We maken op een experimenteerplankje de schakeling volgens figuur 1.3 (zie ook afb. 1.4)



Afb. 1.3: Met deze schakeling kan de werking van een diode worden vastgesteld.

Sluit de schakeling aan op 6 V.
Klem A maken we plus en klem B min.
Het lampje L gaat branden.
Het lampje L2 is uit.
Verwisselen we de aansluitingen, zodat klem A min en klem B plus wordt dan zal lampje L2 branden en is lampje L1 uit. Aan de hand hiervan, stellen we vast dat een diode in één richting geleidt en in de andere richting spert. Een diode geleidt in de pijlrichting van het symbool.

De aansluitingen van een diode duiden we aan met anode en kathode. In figuur 1.3 is dit met A en K aangegeven.
Als een diode geleidt dan staat over de anode en kathode meestal 0,6 V. Als een diode in sperrichting wordt aangesloten dan staat over de diode de volle voedingsspanning.
Om deze experimenten te doen heeft men nodig:
2 dioden IN4007
2 lampjes 6 V-0,05 A
1 batterij 4½ V of 6 V.



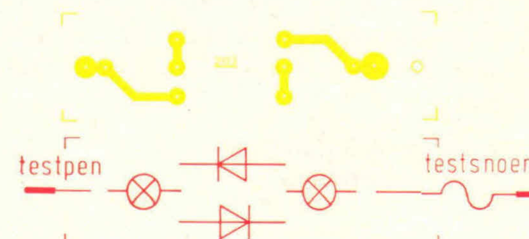
Afb. 1.4: Zo worden de componenten op het experimenteerplankje aangebracht.

Samenvatting

A. Een diode geleidt maar in één richting.
B. Als een diode geleidt, staat over deze diode meestal 0,6 V.
C. Als een diode niet geleidt, staat over deze diode de volle voedingsspanning.
D. De aansluitingen noemen we anode en kathode.
E. De kathode wordt gemerkt.
F. Bij de keuze van een diode moet men vooral letten op de maximaal toelaatbare stroom wanneer de diode geleidt en de maximaal toelaatbare spanning als de diode spert.

Praktische toepassing

De schakeling van figuur 1.3 kunnen we gebruiken als polariteit indicator. Vooral als autospanningszoeker bewijst hij ons uitstekende diensten, want hij geeft niet alleen aan of er wel of geen spanning is maar ook wat plus en wat min is. In figuur 1.5. is de print en de printlayout getekend. De print past in een stuk 5/8" PVC installatiebuis. Deze buis is zo doorschijnend dat er geen gaatjes voor de lampjes in hoeven te worden geboord. De foto's tonen aan hoe het geheel kan worden afgewerkt.
Om het geheel te verfraaien kan het etiket zoals dat is getekend in figuur 1.6, met doorzichtig plakplastic worden aangebracht.
Om de werking te controleren houden we de spanningszoeker op de polen van een accu. Is de testpen op de pluspool aangesloten, dan brandt het lampje dat het dichtste bij de punt zit. Is de testpen op de minpool aangesloten, dan brandt het lampje dat het verste van de punt af zit. Men kan ook zeggen het lampje dat het dichtste bij het snoer zit. Zie figuur 1.7.



Afb. 1.5: De print en de print-layout van de autospanningszoeker.

Slotopmerking

Het is raadzaam als men wil meeexperimenteren dit van het begin af te doen, ook als men al een beetje op de hoogte is van de elektronica. Hierdoor wordt men van het begin af geconfronteerd met onverwachte



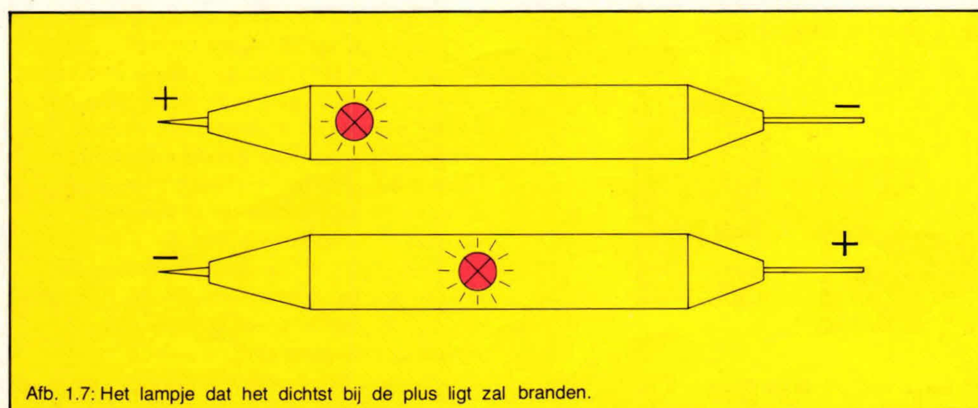
Afb. 1.6: Dit etiket kan met plakplastic om de PVC-buis worden aangebracht.

problemen. Want in de elektronica is het zo, dat op papier alles werkt, terwijl zich in de praktijk dingen voordoen, die men niet heeft voorzien. Door alle schakelingen te maken krijgt men ervaring, wat absoluut nodig is om fouten in schakelingen op te sporen of schakelingen te combineren.

(Wordt vervolgd)

Componentenlijst:

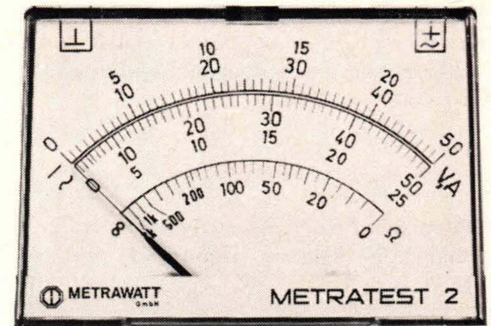
2 dioden IN4007
2 lampjes 12 V-± 0,1 A
1 print ELO 253



Afb. 1.7: Het lampje dat het dichtst bij de plus ligt zal branden.



de universelemeter



Het eerste meetinstrument waar de elektronica hobbyist mee in aanraking komt is zonder twijfel de universelemeter. Het is een stuk gereedschap dat onder handbereik, zijn nut ten volle bewijst. Het kiezen van een meetbereik en het betasten met de meetpennen leert zich snel vanzelf, maar zo nu en dan komen we toch voor verrassingen te staan; de wijzer spreekt dan niet de volle waarheid of het meten beïnvloed de werking van de elektronica. Oorzaak is vaak enig onbegrip van de gebruiker. Vandaar dat we enkele belangrijke aspecten maar eens op een rijtje hebben gezet.

Over gevoeligheid en spanningsmeting.

Voor de spanningsbereiken kan men de inwendige schakeling van de universelemeter het eenvoudigst voorstellen zoals dat in fig. 1 is getekend.

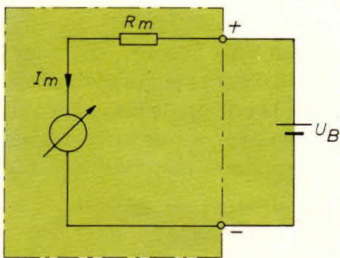


Fig. 1: $I_m = \frac{U_B}{R_m}$ = constant

In plaats van een meter mogen we de weerstand R_m tussen onze meetpennen indenken. Het metersymbool is de aanwijzing dat we met een meetinstrument te doen hebben dat de stroom I_m nodig heeft om de wijzer de volle schaalwaarde aan te laten geven. Bij elke spanningsmeting zal bij volle uitslag I_m door de meter vloeien. Voor welk meetbereik we ook kiezen:
U_b = het spanningsbereik, I_m = de meterstroom bij volle uitslag, R_m= de inwendige weerstand.

Om nu universelemeters onderling met elkaar te kunnen vergelijken heeft men het begrip spanningsgevoeligheid ingevoerd. Dit begrip is het omgekeerde van die constante I_m en wordt in Ω/V uitgedrukt

$$\text{spanningsgevoeligheid} = \frac{R_m}{U_b} \quad (\Omega/V)$$

Door het omkeren wordt dit gegeven handig in gebruik. R_m kunnen we door een simpele vermenigvuldiging vinden:

R_m = het spanningsbereik x spanningsgevoeligheid.

De prijs van een multimeter stijgt naarmate de spanningsgevoeligheid groter is. Er zijn variaties van 1 kΩ/V tot 100 kΩ/V. Voor het meten in elektronische schakelingen voldoet 20 kΩ/V.
Met deze meters zijn vaak de gepubliceerde meetwaarden in schema's e.d. bepaald. Minder gevoelige meters zijn minder geschikt. Een drietal voorbeelden verduidelijken de invloed van de gevoeligheid op de meting.

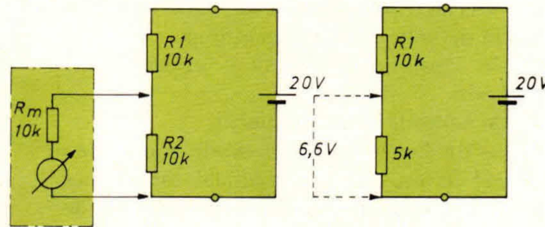


Fig. 2: Gevoeligheid van de meter = 1 kΩ/V.
Het bereik 10V : Rm = 10 x 1 = 10 kΩ.

In fig. 2 vormen de beide 10 kΩ weerstanden R1 en R2 een spanningsdeler. De spanning over R2 is 10 V, de helft van de voedingspanning. Deze spanning willen we meten met een universelemeter met een kleine spanningsgevoeligheid van 1 kΩ/V. Voor het gekozen 10 V meetbereik bedraagt de inwendige weerstand R_m : 10 x 1 = 10 kΩ. Zodra we meten komt deze R_m parallel aan R2 te staan. Deze twee kunnen we vervangen denken door een 5 kΩ weerstand. Door het meten ontwrichten we de spanningsdeler; de meter wijst slechts 6,6 V aan. Wie hier geen rekening met de gevoeligheid van zijn meter zou houden zou al snel de weerstandswaarde van R1 en/of R2 betwijfelen. De voedingspanning meten we hier zonder probleem 20 V.

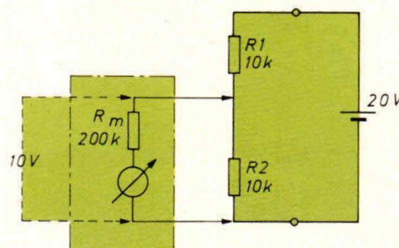


Fig. 3: Gevoeligheid van de meter = 20 kΩ/V.
Het bereik 10V Rm = 10 x 20 = 200 kΩ

Gebruiken we een meter met een gevoeligheid van 20 kΩ/V (fig. 3) dan bezit deze op het 10 V bereik een R_m van 200 kΩ. De invloed die nu van R_m op de spanningsdeler uitgaat is te verwaarlozen. De meter wijst de juiste spanning aan: 10 V. Concludeer nu echter niet dat we bij het gebruik van een 20 kΩ/V meter altijd op rozen zitten. Dat ook deze meters te ongevoelig kunnen zijn merken we als we in schakelingen meten die hoög-ohmiger zijn samengesteld; zoals in fig. 4 waar de spanningdeler met twee 100 kΩ weerstanden is opgebouwd. Hier vormen R_m en R2 een weerstand van 66,6 kΩ. De meter wijst evenals in fig. 2 ook hier te weinig aan: 8 V.

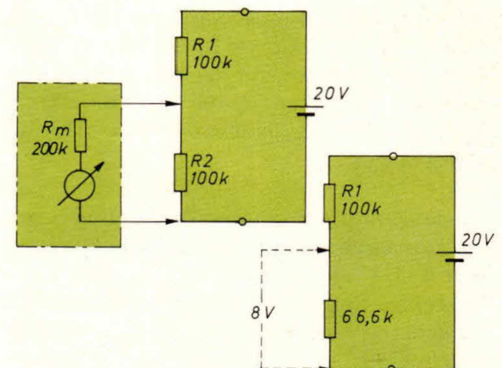


Fig. 4: Gevoeligheid van de meter = 20 kΩ/V.
Het bereik 10V Rm = 200 kΩ

Bij het meten van spanningen moeten we blijven oppassen voor deze meetfouten. Ze kunnen vooral ontstaan als R_m klein is t.o.v. de weerstand waarop we de meetpennen plaatsen. Een R_m is klein als een laag spanningsbereik wordt gekozen. Als de weerstand waarover we meten 10 x groter is dan R_m dan zal de meetfout binnen de 10% blijven, vaak voldoende om de aanwijzing blindelings te kunnen vertrouwen. Willen we met de nauwkeurigheid van de universelemeter meten (die ligt meestal tussen de 1 en 5%) dan zal R_m het 25-voudige van die weerstand moeten zijn!
Bedenk dat in elk spanningsbereik de voor volle uitslag benodigde stroom constant is

en gelijk aan het omgekeerde van de spanningsgevoeligheid:

$$I_m = \frac{1}{\text{spanningsgevoeligheid}}$$

Het wisselspanningsbereik

De wijzer is bevestigd aan een licht draaibaar opgesteld spoeltje. Een stroom door dat spoeltje veroorzaakt een draaiing en daarmee een wijzeruitslag. Deze draaispoelmeter, zoals we die op elke universelemeter aantreffen, is echter niet geschikt om zonder omweg wisselspanning te meten. Deze zal eerst moeten worden gelijkgericht. Fig. 5 laat zien hoe dat in het

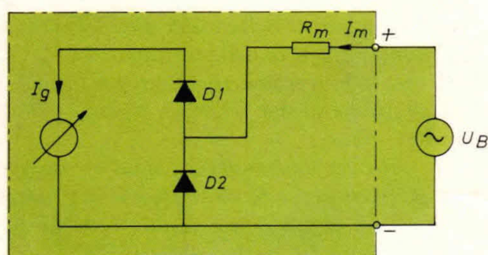


Fig. 5.

meetinstrument gebeurt. In elke halve periode van de wisselspanning geleidt één van de beide dioden D1, D2. Als D2 geleidt dan vloeit er geen stroom door de meter. In dit geval beperkt D2 de sperspanning over D1. Gedurende de positieve halve periode gaat er een stroom door de meter en hoewel we niet van een mooie vlakke gelijkstroom kunnen spreken ontstaat er toch een wijzeruitslag. De draaispoelmeter bezit de eigenschap dat ze op de gemiddelde waarde van de stroom reageert. In fig. 6 zijn I_m en I_g getekend.

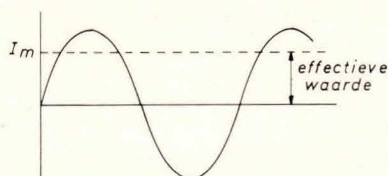
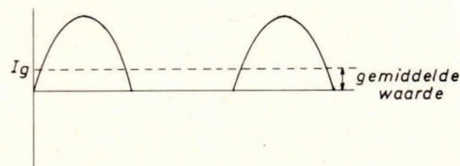


Fig. 6.

Op de schaal willen we deze effectieve waarde aflezen.



De uitslag van de draaispoelmeter hangt af van de gemiddelde waarde.
Voor sinusvormige spanningen: Im = 2,22 x Ig

I_m is de normale huis, tuin en keuken wisselspanning die met effectieve waarde wordt aangesproken. Deze waarde willen we op de universelemeter aflezen. I_g is de stroom door de draaispoelmeter zoals die door gelijkrichting ontstaat. De wijzer reageert op het gemiddelde ervan. Bij sinusvormige spanningen is verhouding tussen deze gemiddelde en effectieve waarde altijd 1 : 2,22.
Bij gelijkspanningsmeting hebben we gezien dat de stroom die voor volle uitslag zorgt gelijk is aan de stroom I_m die de universelemeter aan het meetobject onttrekt. Voor diezelfde volle uitslag op het wisselspanningsbereik moet I_m 2,22 x groter zijn! Het gevolg is dat de gevoeligheid in het wisselspanningsbereik aanmerkelijk lager is. Door de enkelzijdige gelijkrichting is die gevoeligheid nooit groter te maken dan 50% van de gelijkspanningsgevoeligheid.
Sommige instrumenten komen zelfs niet verder dan 10%. Het berekenen van R_m gaat overigens op voor alle spanningsbereiken.
Door de minder ideale werking van de dioden wordt er voor wisselspanningen en eventueel wisselstroom een aparte schaal aangebracht. Vooral bij lage meetwaarden wijkt deze van een nette verdeling af. Maar let op, de meetwaarden kloppen alleen als er sinusvormige spanningen worden gemeten!

Over spanningsval bij stroommetingen

In fig. 7 is de schakeling getekend die ontstaat als we met de universelemeter de voedingsstroom willen controleren van een belasting R. Deze belasting kan zowel een lamp als een gereedgekomen elektronica-schakeling zijn, die door U_v van

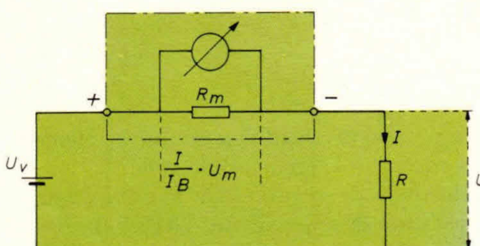


Fig. 7: spanningsval = $\frac{I}{I_B} \cdot U_m$ $U = U_v - \frac{I}{J_B} \cdot U_m$

Uv = voedingspanning
Um = spanningsval over de meter bij volle uitslag
U = spanning over belasting

voedingspanning wordt voorzien. Ook hier bezit de meter een inwendige weerstand R_m, waarvan de waarde afhankelijk is van het gekozen meetbereik. Over deze weerstand staat, als de wijzer de volle schaalwaarde aanwijst, altijd dezelfde spanning: U_m. Deze spanning kan kleiner zijn naarmate de draaispoelmeter gevoeliger is en ligt meestal tussen de 100 en 500 mV. U_m is een gegeven van de gebruikte universelemeter en kunnen we gebruiken om bij elke stroommeting eenvoudig de spanningsval te berekenen:

$$\text{spanningsval} = \frac{I}{I_m} \cdot U_m$$

I = meteraanwijzing
I_m = meetbereik
U_m = spanningsval bij volle uitslag

De spanning over de belasting is gelijk aan de voedingspanning verminderd met de spanningsval over de meter:

$$U = U_v - \frac{I}{I_B} \cdot U_m$$

Er zal dus altijd een te kleine stroom worden gemeten omdat de spanning U kleiner is dan de oorspronkelijke voedingspanning. Maar zolang U_m en dus de spanningsval maar klein is t.o.v. U_v (kleiner dan 100% bijvoorbeeld) zal het verschil minimaal en te verwaarlozen zijn. Anders wordt het als de voedingspanning klein is en de meteruitslag groot. Willen we dan toch de juiste voedingstroom meten, dan gaat dat als we met U_v de spanningsval compenseren. Voor de voedingsbron is dan een voedingsapparaat met meteraanwijzing handig waarmee de spanning U_v langzaam wordt verhoogd tot U in de vergelijking klopt.
Er schuilt een extra addertje onder het gras als we voedingstromen willen meten van een schakeling die voor juiste werking door een gestabiliseerde voeding worden gevoed. We mogen dan niet zonder meer een weerstand R_m in de voedingsketen aanbrengen. Variaties in de voedingstroom worden door de meter gemiddeld en deze geeft een indruk van een stroomwaarde. De spanningsvalvariaties kunnen echter aanleiding geven tot ongewenste terugkoppeling die de werking ernstig beïnvloed. Dit verschilt in elke meetsituatie en is moeilijk in een paar zinnen te doorgronden. Over het algemeen geldt dat bij elektronica die eenvoudig wordt gevoed (batterijen of simpele gelijkrichting) de voedingstroom eenvoudig is te controleren.

Weerstanden meten

We mogen de inhoud van de ohmmeter altijd vervangen door het schema in fig. 8. De ingrediënten zijn een batterij, een weerstand R_m en, natuurlijk de draaispoelmeter.

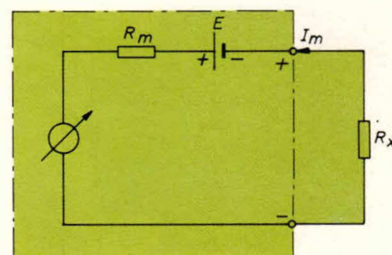


Fig. 8.

Sluiten we de meetpennen kort ($R_x = 0\Omega$) dan veroorzaakt de stroom I_m een volle uitslag van het meetinstrument. Deze stroom en de batterijspanning E bepalen de weerstand R_m:

$R_m = \frac{E}{I_m}$, als I_m de stroom voor volle uitslag is. Deze aanwijzing komt dus overeen met 0Ω. Sluiten we niets op de meter aan dan is er ook geen wijzeruitslag: $\infty\ \Omega$, een oneindig grote weerstand. Tussen deze beide uitersten is de stroom I_m een maat voor de weerstand R_x:

$$I_m = \frac{E}{R_x + R_m} \text{ of } R_x = \frac{E}{I_m} - R_m$$

Voor de meterfabrikant die R_m en E kent is het dan kinderspel om de waarde van R_x uit te rekenen en deze dan op de schaal aan te brengen. Als R_x gelijk is aan R_m dan is de stroom en dus de wijzeruitslag precies de helft van de waarde die de wijzer volledig doet uitslaan: R_m is gelijk aan de middenschaalwaarde. Soms is het van belang dat we de meetstroom kennen. Bij niet-liniaire onderdelen zoals dioden, FET's, diode-overgangen in transistoren e.d. kan het veel uitmaken bij welke stroom de weerstand wordt bepaald:

$I_m \approx \frac{E}{R_m + R_x}$, de stroom waarbij wordt gemeten.

Als we bang zijn dat het weerstandsmeten het meetobject zal beschadigen weten we graag de grootste stroom die in een meetbereik kan voorkomen.

$I_m \approx \frac{E}{R_m}$, de maximale stroom in een meetbereik.

Ondanks het feit dat we het inwendige van de ohmmeter altijd mogen voorstellen als de schakeling in fig. 8 zal geen enkele meterfabrikant het in zijn hoofd halen op die wijze een ohmmeter te bouwen. Een batterijspanning is nu eenmaal niet netjes constant. Vandaar de $\approx$, ongeveer gelijk, tekens in de vorige I_m formules. Fig. 9 geeft de schakeling weer zoals die in elke universelemeter is te vinden.
In het hoogste meetbereik is R3 afwezig. Schakelen we een meetgebied lager dan wordt deze weerstand in de schakeling opgenomen. De waarde is zodanig dat R_m dan 10 x kleiner wordt. In het volgende meetbereik maakt deze weerstand R_m 100 x kleiner, enz. Door die vermenigvuldigingsfactor van 10 kunnen we dezelfde schaal blijven aflezen. R_v is de potmeter die de variaties in de batterijspanning compenseert. Telkens als we van meetbereik veranderen moeten we de meetpennen kortsluiten en de meteruitslag met R_v (ohms adjust) op 0Ω afregelen. Een bijna lege batterij kan de grote stroom in het lage weerstandsbereik moeilijk leveren. Lukt ons daar de afregeling niet dan is de batterij aan vervanging toe.
Als we in een elektronica-schakeling weerstand willen meten, dan moeten we allereerst de voedingspanning uitschakelen en wachten tot alle condensatoren zijn ontladen. Als ohmmeter is de universelemeter het meest kwetsbaar. De weerstandswaarde die we meten kan soms worden beïnvloedt door diode overgangen in de schakeling.
Verwisselen we de meetpennen (pas op voor polariteiten van condensatoren!) en vinden we verschil in weerstandswaarde dan is er zeker van een diode-overgang sprake. Uitkijken blijft het bij het lage weerstandsbereik, de batterij kan daar voldoende vermogen leveren om laag vermogen transistoren of kleine tantalium condensatoren te vernietigen. Een gulden regel is hier, dat je eerst bekijkt wat je meet en hoe je het moet meten! Waar je altijd rekening mee moet houden is, dat de polariteitsaanduiding op de meter niet klopt. De meetstroom gaat van de - naar de + aansluiting!

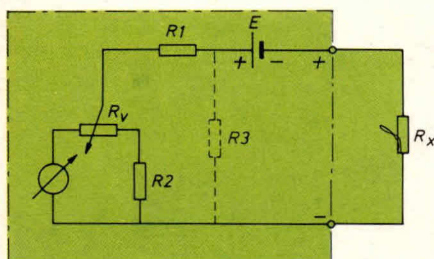


Fig. 9.

Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de universelemeter wordt in procenten van de volle schaalwaarde gegeven. Dit houdt in dat, naarmate de wijzeruitslag kleiner is, de mogelijke meetfout groter wordt.
Van bijvoorbeeld een ± 2% nauwkeurigheid meter wordt in het 10 V meetbereik de meetwaarde gegarandeerd

binnen $\pm \frac{2}{100} \times 10 = \pm 0{,}2$ V.

Meten we boven in de schaal dan is die 0,2 V klein t.o.v. de meetwaarde, en blijft de nauwkeurigheid van de meetwaarde voldoende. Lezen we op dezelfde schaal een meetwaarde van 1 V dan kan de fout

$\pm \frac{0{,}2}{1} \times 100\% = \pm 20\%$ bedragen!

Het is dus aan te raden om het laagst mogelijk bereik te kiezen zodat hoog in de schaal kan worden gemeten. Een meter waarop de bereiken ver uit elkaar liggen is ongunstiger in gebruik dan een meter waarvan de bereiken dicht bij elkaar liggen. In het wisselspanningsbereik beïnvloeden de dioden de nauwkeurigheid nadelig en maken hem kleiner dan in het gelijkspanningsbereik. Ook hangt de nauwkeurigheid af van de frequentie van de aangeboden spanning. Universelemeters zijn op de lagere bereiken beter in staat om hoogfrequente spanningen te meten dan op hogere bereiken.
De meeste meters blijven spanningen tot 15 à 20 kHz binnen de gegeven nauwkeurigheid meten.

Voorkomen blijft beter dan genezen

Een universelemeter veroudert niet. Als hij voorzichtig wordt behandeld dan behoudt hij jarenlang zijn nauwkeurigheid. De onderstaande wenken zijn soms zo vanzelfsprekend dat ze licht vergeten worden.
Een goede set meetsnoeren, rood en zwart, met geïsoleerde krokodilbekjes, is het halve werk. Maak er gewoonte van de rode in de + bus te stoppen en de zwarte in de – zodat over polariteit niet meer wordt getwist.
Als de meter vlak op tafel staat moet de wijzer links in de schaal precies nul aanwijzen. Doet hij dat niet dan kan je, met een schroevedraaier, op de meter deze mechanische nulafstelling afregelen.
Eerst wordt het bereik gekozen, dan wordt er gemeten.
Is de meter pas aangeschaft, meet dan veel. Dat is leerzaam terwijl je je meteen went de juiste schaal af te lezen.
Begin elke meting in het hoogste bereik en schakel dan, als dat kan, stap voor stap lager.
Meet je spanningen groter dan 100 V, wees dan wat voorzichtiger.
Zorg bij stroommetingen voor een contactzekere verbinding van de meetsnoeren.
Vergeet bij weerstandsmeting niet: de polariteitswisseling, de 0Ω afregeling en de vermenigvuldigingsfactor. Ga bij het meten in elektronica dubbelvoorzichtig te werk.
Het nauwkeurigst meet je als de meter vlak op tafel staat en je rekening houdt met gevoeligheid en spanningsval. Sommige meters bezitten een spiegelschaal. Je leest dan nauwkeurig af als je oog ziet dat de wijzer zelf zijn spiegelbeeld bedekt.
Op de bereikschakelaar vinden we bij enkele meters een "uit" stand. Bij vervoer e.d. wordt de meterbeweging dan sterk gedempt; de wijzer slingert niet heen en weer.
Gebruik lekvrije batterijen en verwijder lege.
Voorkom schokken en vooral val.

H.C. van Ernst

WIST JE,

wat een spanningsregelaar zo al kan?

Onder een spanningsregelaar verstaat de professionele elektronicus een monolithisch – dus geïntegreerd – regelcircuit. Spanningstabilisatoren worden voornamelijk gebruikt in gelijkspanningsvoedingen om er de uitgangspanning zeer nauwkeurig mee te stabiliseren. Dergelijke regelaars zijn leverbaar – bijvoorbeeld de 7800-serie – met getrapte uitgangspanning. De laagste uitgangspanning is dan 5 V en loopt, afhankelijk van het type, in stappen op tot bijvoorbeeld 24 V. Typische waarden zijn 5 V, 6 V, 8 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V en 24 V.
Daarnaast bestaan er dan nog uitvoeringen met positieve of negatieve uitgangspanning. Positieve of negatieve spanningsregelaar noemt de prof. ze.
Fig. 1 laat zien hoe de schakeling er

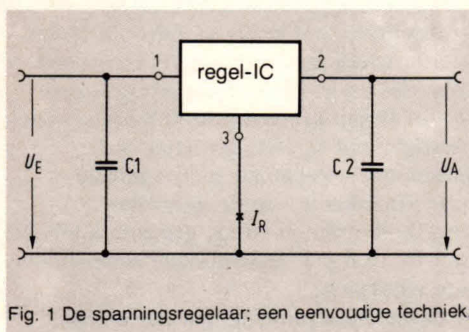


Fig. 1 De spanningsregelaar; een eenvoudige techniek.

omheen er in principe uitziet. Afhankelijk van het benodigde uitgangsvermogen zijn er ook nog omhullingsvormen van verschillende grootte; bijvoorbeeld de TO-39 omhulling, TO-219/220- of TO-3 omhulling. Daarnaast stellen alle spanningsregelaars het bijzonder op prijs als ze op een koelplaat worden gemonteerd – hierdoor bereikt men stabiele, bedrijfszekere arbeidscondities. Wat fig. 1 laat zien is in feite de beruchte "zwarte doos" met de aansluitingen 1, 2 en 3. Wordt op de aansluitingen 1 en 3 de ongeregelde hoge ingangspanning aangelegd, dan kan tussen 2 en 3 de gestabiliseerde uitgangspanning worden afgenomen. De grootte daarvan wordt, zoals gezegd, bepaald door het type van de ingebouwde spanningsregelaar. Met het nummeren van 1 tot 3 van de aansluitingen hebben enkele fabrikanten klaarblijkelijk nog beginnersproblemen. De meeste fabrikanten tellen 1, 2 en 3, maar er zijn er ook die, als in fig. 2, anders en wel 3, 1, 2 tellen. Bij het aansluiten is derhalve voorzichtigheid geboden. De elektronicus dient zich dan ook tevoren van de juiste wijze van aansluiten te vergewissen.

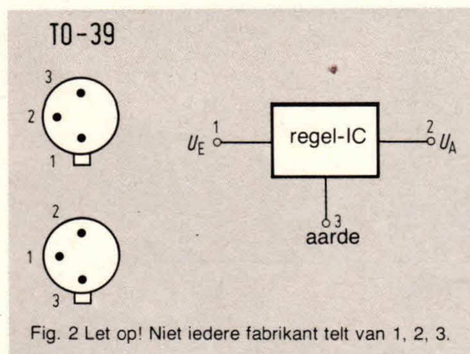


Fig. 2 Let op! Niet iedere fabrikant telt van 1, 2, 3.

Terug naar fig. 1. Het inwendige van een dergelijke spanningsregelaar bestaat uit een niet onaanzienlijke hoeveelheid halfgeleiders. Foutversterker, referentie- en beveiligingscircuits trekken stroom. Derhalve moet bij het inschakelen op een ruststroom I_R (fig. 1) worden gerekend die, al naar gelang het vermogen, circa 5 mA bedraagt. Ook de condensatoren C1 en C2 in fig. 1 zijn belangrijk en wel omdat de regelversterker bijzonder graag tegen een vast potentiaal "leunt". Dit is bij een capacitief open ingang of uitgang niet mogelijk. De schakeling komt dan gemakkelijk in resonantie waardoor de goede regeleigenschappen, in het bijzonder de lage inwendige weerstand, aanzienlijk verslechteren. De prof. kiest voor C1 een waarde van minstens 0,47 μF. Voor C2 is – zeker om de invloed van kortstondige belastingspieken af te zwakken – een waarde van 0,1 μF tot 1 μF aan te bevelen. In het geval van pulsbelasting zoals bij digitale schakelingen verdient het verder aanbeveling daaraan nog een keramische condensator van 0,1 μF parallel te zetten.
Ter illustratie enkele belangrijke technische gegevens van het type 7812:

1) Uitgangspanning U_A	12 V, min. 11,5 V max. 12,5 V
2) Ingangspanning U_E	min. 14,5 V max. 30 V
3) Uitgangsweerstand	18 milli-ohm
4) Stroombegrenzing	350 mA (dus kortsluitvast)
5) Onderdrukking bromspanning	≈60 dB
6) Uitgangstroom	Max. 1 A; bij geschikte koeling.

Hier gaan we wat verder op in:
Punt 1) bepalen we zelf, immers daardoor is de keus van de spanningswaarde van het type vastgelegd.
Bij Punt 2) merken we op dat van alle spanningsregelaars de ingangspanning minstens 2,5 V groter moet zijn dan de geregelde uitgangspanning. Daarbij moet beslist rekening worden gehouden met een eventueel op de ingang gesuperponeerde bromspanning.
Punt 3): vooral de condensatoren C1 en C2 in fig. 1 niet vergeten.
Punt 4) is niet oninteressant. Een dergelijke spanningsregelaar is kortsluitvast volgens de kromme geschetst in fig. 3. De belastingstroom mag tot de nominale waarde van bijv. 1 A worden opgevoerd. Dan komt de stroombegrenzing in werking die in het geval van kortsluiting van de hier behandelde typen een kortsluitstroom van 350 mA laat vloeien. Een kortsluitvaste schakeling dus.
Punt 5): dit doet een uitspraak over de verhouding van de bromspanningen aan uitgang en ingang. Bij 60 dB (een factor 1 000) levert een bromspanning van 1 $V_{t\text{-}t}$ aan de ingang een bromspanning van 0,001 $V_{t\text{-}t}$ aan de uitgang.
En dan punt 6), dit hangt weer van ons af omdat afhankelijk van het gewenste vermogen de grootte van de omhulling en daarmee het vermogenstype en dus het benodigde koeloppervlak wordt bepaald.
Een dergelijke spanningsregelaar laat zich, zoals fig. 4 laat zien, gemakkelijk in een constante stroombron omtoveren. De waarde van de constante stroom kan worden bepaald uit de vergelijking:

$$I_0 = \frac{U_{nom}}{R + P} + I_R$$

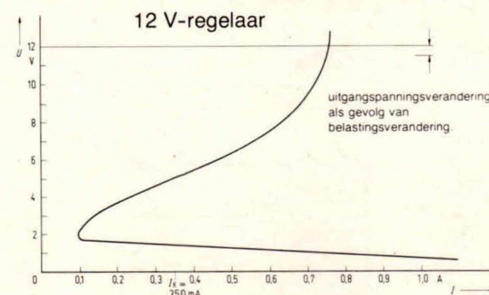


Fig. 3 De stroombegrenzingskarakteristiek laat zien dat er bij kortsluiting niets kapot gaat.

Wil men het geval van een beschikbare 12 V-spanningsregelaar een constante stroom – dus onafhankelijk van de

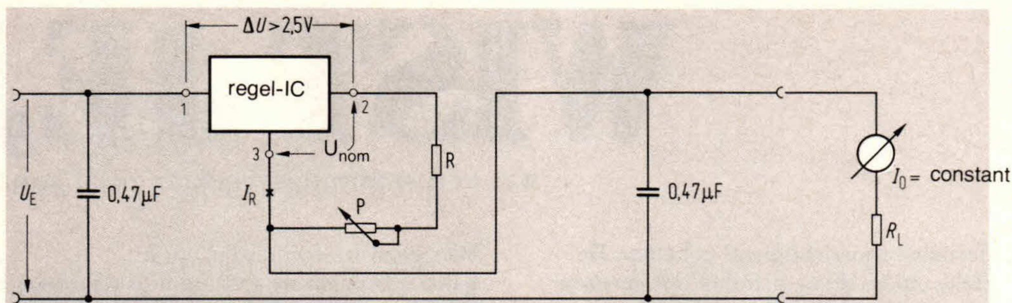


Fig. 4 Constante spanningsbron verandert in een constante stroombron.

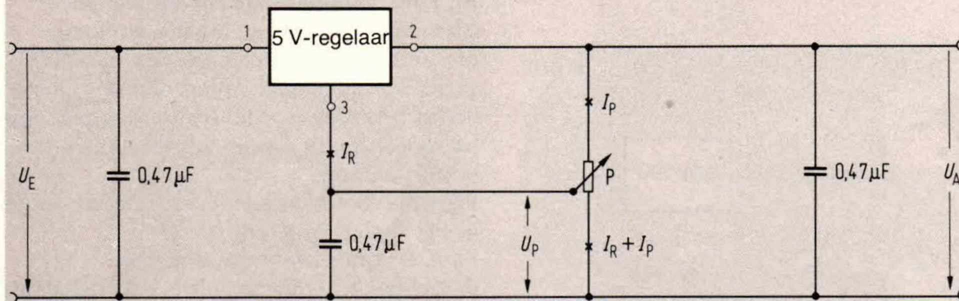


Fig. 5 Hier is de uitgangspanning regelbaar.

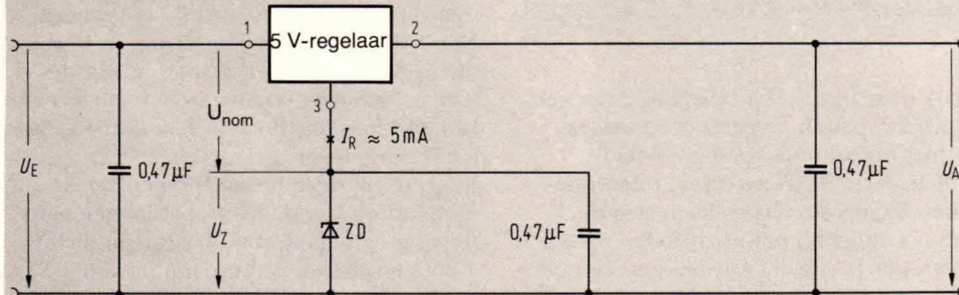


Fig. 6 Hier wordt de nominale spanning met een bedrag UZ verhoogd: $U_A = U_{nom} + U_Z$

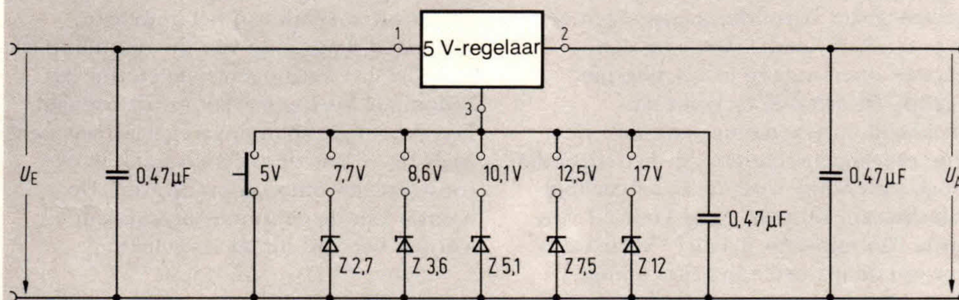


Fig. 7 Spanningsregelaar met zenerdioden levert verschillende spanningen.

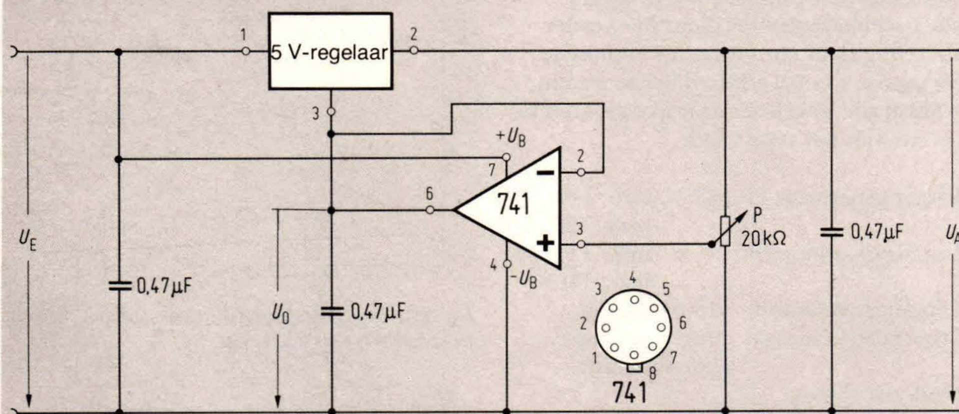


Fig. 8 Zo ziet een regelbare constante spanningsbron eruit.

belastingsweerstand R – van 100 mA leveren, dan wordt bij I_R = 5 mA:

$$I_0 - I_R = \frac{U_N}{R + P}, \quad (I_0 - I_R) \cdot (R + P) = U_N$$

$$R + P = \frac{U_N}{I_0 - I_R} = \frac{12 \text{ V}}{95 \text{ mA}} = 126{,}3 \text{ mA}$$

Deze schakeling heeft natuurlijk zijn beperkingen. De kleinste constante uitgangstroom wordt beperkt door de benodigde ruststroom terwijl de maximale constante stroom door de stroombegrenzing wordt bepaald. Voorts is het belangrijk dat bij de hier beschreven schakeling de laagste waarde van de voedingsspanning niet wordt onderschreden.

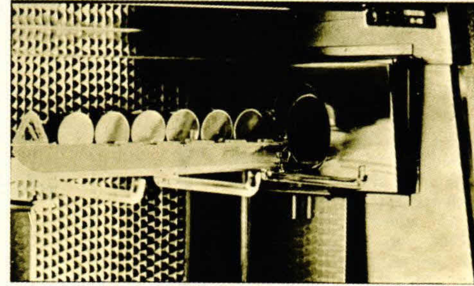
Nog iets interessants. Bij de schakeling in fig. 5 is de uitgangspanning vloeiend regelbaar. De laagste waarde – loper van potentiometer P tegen aarde – wordt daarbij bepaald door het spanningstype. Bij een dergelijke schakeling is het om een zo laag mogelijke spanning te bereiken derhalve zinvol een 5 V-type te kiezen. Deze schakeling heeft echter zo zijn probleempjes omdat de ruststroom I_R van ca. 5 mA niet mag worden verwaarloosd. Voor een enigszins stabiel gedrag is een stroom I_P van minstens 30 mA nodig. Veel gunstiger ziet fig. 6 eruit. Hier is de spanning U_A weliswaar niet regelbaar, maar afhankelijk van de gebruikte zenerdiode binnen ruime grenzen kiesbaar, door als in fig. 7 verschillende zenerdioden in te schakelen.

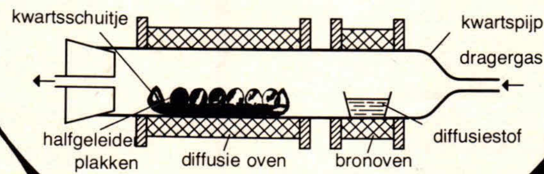
De elegantste oplossing laat fig. 8 zien. Daar is het mogelijk om met een 5 V-spanningsregelaar en een voedingspanning van 25 V, een spanningsgebied van 7,5 tot 22 V te bestrijken. De laagohmige uitgang van de operationele versterker bepaalt de spanning U_0. Daar deze met P op circa ± 3 V van de werkspanning van de operationele versterker kan worden ingesteld, regelt de als hoogohmige spanningsvolger geschakelde operationele versterker de uitgangspanning dienovereenkomstig tussen ca. 7,5 en 22 V. Als operationele versterker verdient het universele type 741 aanbeveling. Wie in deze schakeling de condensatoren vergeet zit met een stoorzender opgescheept die zo rond de 2 MHz wel stoorsignalen produceert, maar stabiliseren is er niet meer bij.

D. Nührmann

BIPOLAIRE T

Fig. 4: Na het voorbereiden van de plakken en de maskering; diffunderen of implanteren van de verschillende lagen. Tijdens de diffusie worden de doteringstoffen bij verhoogde temperatuur, maar zonder de struktuur van het kristalrooster aan te tasten, in de halfgeleider gediffundeerd. Na het afkoelen komt het diffusieproces tot stilstand.







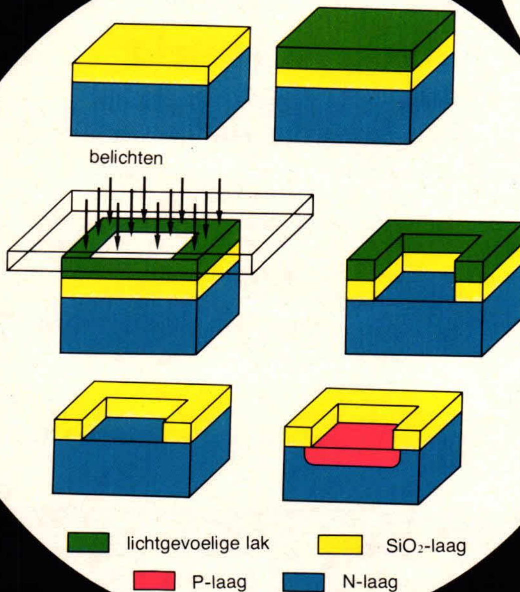


Fig. 3: De processtappen zijn in feite gelijk aan die van IC's volgens de planaire techniek.
Bij elke diffusiestap wordt een circa 1 μm dikke, voor de doteringstoffen ondoordringbare SiO_2-(kwarts)laag (links) met daarop een lichtgevoelige laklaag (rechts) aangebracht. Met ultraviolet licht via een fotomasker belichten (links), ontwikkelen en open maken van de vensters. Wegetsen van de oxydelaag door het lakvenster (rechts), het oplosmiddel lost niet de lak op. Verwijderen van de resterende lak (links), diffusie op oxyde-vrije plaatsen; in dit geval de P-laag (rechts).



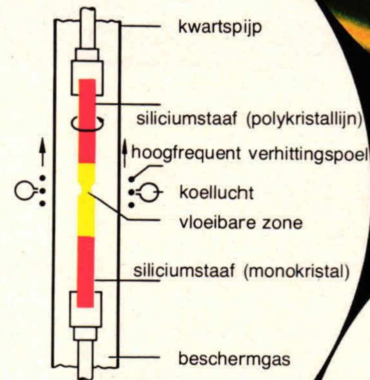


Fig. 2: Zonesmelten. De siliciumstaaf wordt van beneden naar boven met een hoogfrequent-verhittingspoel tot smelten gebracht. De gesmolten zone verplaatst zich langs de staaf. Bij het opnieuw uitkristalliseren van de smeltzone groeit het silicium monokristallijn aan. Op deze wijze ontstaat een monokristal van zeer hoge zuiverheid.

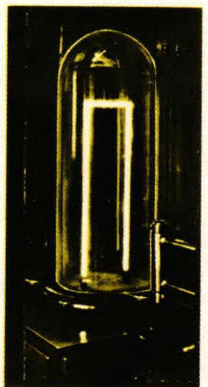
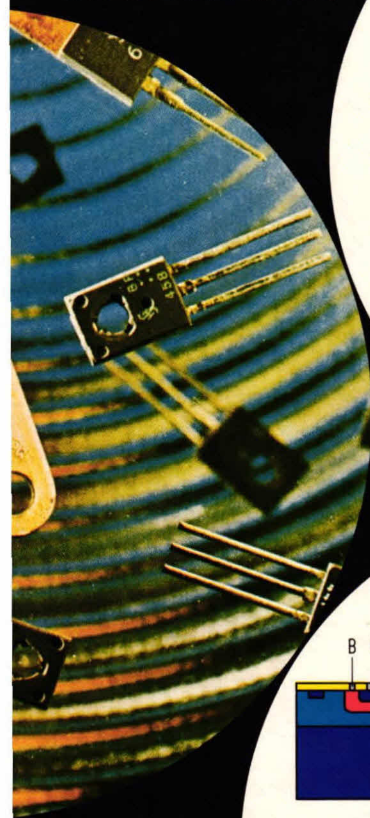
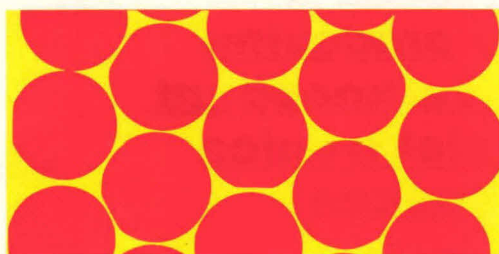


Fig. 1: Chemisch gereinigd $SiHCl_3$ of $SiCl_4$ wordt met waterstofgas in de reactor geleid. Bij de chemische reactie scheidt zich op de verhitte

ANSISTOREN

Uitvoering en fabricage in planaire techniek.





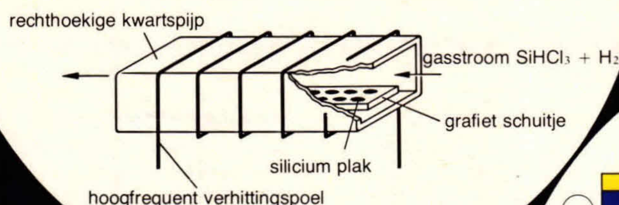
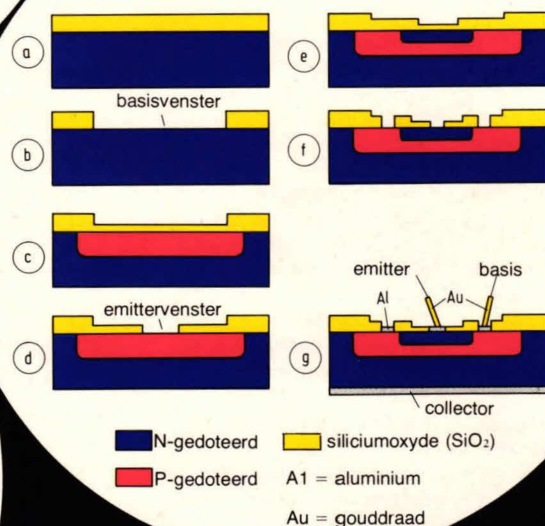


Fig. 5: Tijdens epitaxie in een horizontale reaktor, groeit bij verhoogde temperatuur de siliciumplak aan het oppervlak aan. De doteringstoffen worden in de gewenste concentratie in gasvorm toegevoegd.



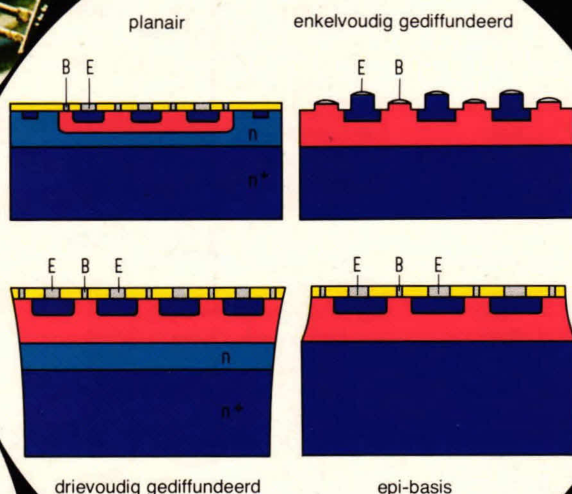


Fig. 6: In meerdere processtappen worden op een siliciumplak enkele duizenden transistor-systemen tegelijk aangebracht: a) oxydeoppervlak, b) basisvenster, c) basisdiffusie, d) emittervenster, e) emitterdiffusie, f) contactvenster, g) aluminiumlaag voor het aansluiten van de contactdraden. Tenslotte wordt de plak gekrast en tot losse transistoren uiteengebroken.

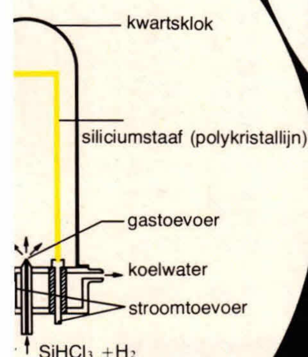


Fig. 7: Bij vermogenstransistoren onderscheidt men enkelvoudig en drievoudig gediffundeerde alsmede epi-basis uitvoeringen.

(ca. 1200°C) siliciumstaaf zuiver polykristallijn silicium af (verontreiniging 10^{-9}).

ELO

elektronica boeken komen van kluwer

voor Nederland
Postbus 23
Deventer

<u>Ook bij u in de omgeving is een verkooppunt van elektronica boeken</u>

voor België
Santvoortbeeklaan 2123
2100-Deurne-Antwerpen

Op de bladzijde hiernaast staan detaillisten vermeld die de volgende boeken in voorraad hebben.

			Bfrs.
Horst	Elektronica bij film en foto	*f* 20,50	330,–
Pelka	Van flip-flop tot digitale klok	*f* 19,00	310,–
Ruff	Elektronische kansspelen	*f* 17,75	300,–
Sutaner/Wissler	Gedrukte schakelingen	*f* 27,50	445,–
Kleemann	Digitale elektronica voor beginners	*f* 17,25	280,–
Zirpel	Operationele versterkers	*f* 29,50	480,–
Jansen	Spelen met logische schakelingen	*f* 23,75	385,–
Schravendeel	Schakelingen met geïntegreerde tijdcircuits	*f* 20,25	330,–
Jansen	Transistorhandboek deel 1	*f* 25,50	415,–
Jansen	Transistorhandboek deel 2	*f* 25,50	415,–
Jansen	Transistorhandboek deel 3	*f* 27,50	445,–
Fischer	Elektronica thuis	*f* 17,25	280,–
Dam Ravn	24 elektronische schakelingen	*f* 15,00	245,–
Sjobbema	Componenten	*f* 28,75	465,–
Sjobbema	Schakelen met transistors	*f* 22,25	360,–
Vandersluys	Stoeien met elektronica 1	*f* 17,25	280,–
Vandersluys	Stoeien met elektronica 2	*f* 17,25	280,–
Vandersluys	Knutselen met elektronen	*f* 17,25	280,–
Vandersluys	Knutselen met elektronen 2	*f* 18,25	295,–
Jansen	Jongenstransistorboek	*f* 8,80	145,–
Limann	Sleutel tot de elektronica	*f* 32,50	530,–
Richter	Service-gids transistortechniek	*f* 18,00	295,–
Mahler	Licht- en krachtschakelingen	*f* 24,50	395,–
Diefenbach	Bouw het zelf 1	*f* 19,50	315,–
Smilde	Bouw het zelf 6	*f* 24,50	395,–
Gläser/Heck	Transistoren modern toegepast	*f* 12,00	195,–
Sabrowsky	Schakelingen met fotoweerstanden	*f* 12,00	195,–
Hildebrand	35 transistorschakelingen	*f* 12,00	195,–
Redmer	IC 741	*f* 12,00	195,–
Sabrowsky	Alarmapparaten	*f* 12,00	195,–
Wahl	Elektronische meesterwerkjes	*f* 12,00	195,–
Schweiger	Schatzoekers	*f* 14,50	235,–
Beerens	Meetapparaten en meetmethoden in de elektronentechniek	*f* 23,50	380,–
Stöckle	Meetapparaten zelf bouwen	*f* 23,00	375,–
Beerens/ Kerkhofs	101 proeven met de oscilloscoop	*f* 25,–	405,–

			Bfrs.
Goddijn	Elektronica in de popmuziek	*f* 27,00	435,–
Goddijn	Groot elektronisch orgelboek	*f* 38,00	615,–
Goddijn	Bouw zelf uw elektronisch orgel	*f* 28,50	465,–
Walden	Spelen met het elektronisch orgel	*f* 23,50	380,–
Wirsum	Mengpanelen en mengpaneeleenheden	*f* 17,25	280,–
Wirsum	Versterkers met IC's	*f* 21,50	350,–
Tünker	Elektronische piano's en synthesizers	*f* 22,25	360,–
Tünker	Elektronica en muziek	*f* 18,00	295,–
Klinger	Luidsprekers en luidsprekerkasten voor Hifi	*f* 17,50	285,–
Nijsen	Van geluidsjacht tot beeldregistratie	*f* 23,50	380,–
Nijsen	Moderne recordertechniek	*f* 23,50	380,–
Jak	Quadro- en stereo-versterkerschakelingen	*f* 26,75	435,–
Böhm	Lichtorgels	*f* 12,00	195,–
Kahr	Elektroakoestiek	*f* 12,00	195,–
Matzdorf	Hifi-theorie en praktijk	*f* 17,50	285,–
Jansen	TV-storingen vinden en verhelpen	*f* 19,50	315,–
Richter	Servicegids televisietechniek	*f* 23,50	380,–
Diefenbach	Zenders voor de kortegolf-amateur	*f* 20,25	330,–
Pelka	Communicatie in de SSB- en ISB-techniek	*f* 29,50	480,–
Pelka	Wat is een microprocessor?	*f* 20,25	330,–
Reithofer	Zenders en ontvangers voor de 70 cm-band	*f* 18,25	295,–
Birchel	Geïntegreerde schakelingen voor de zendamateur	*f* 20,25	330,–
Schaap	De kortegolf-amateur	*f* 25,50	415,–
Vastenhoud	Kortegolfgids	*f* 26,75	430,–
Jansen	TV- en FM-antennes	*f* 22,25	360,–
Vandersluys	Radio... géén probleem	*f* 19,50	315,–
Wahl	Miniatuurspionnen	*f* 12,00	195,–
Wahl	Miniatuurspionnen 2	*f* 16,50	270,–
Rose	Elektronicaformules	*f* 19,00	310,–
	Kluwers internationale transistorgids	*f* 32,50	530,–
Sabrowsky	Radiomodelbesturing voor beginners	*f* 19,25	310,–
Rabe	Hobbyboek radiobestuurde modelvliegtuigen	*f* 23,50	380,–

kluwer technische boeken



Elektronicaboeken van Kluwer verkrijgbaar bij de volgende boekhandels:

ALKMAAR
Jan Kühne
Verdronkenoord 133

V & D
Laat/Ridderstraat 1

Zwaan
Nieuwesloot 105

ALMELO
Hilarius
Grotestraat 88

V & D
Oudemarkt 1

ALPHEN A/D RIJN
Haasbeek
v. Mandersloostraat 19

Van Wieringen
Julianastraat 67

AMERSFOORT
V & D
Utrechtsestraat 25-27

AMSTELVEEN
V & D
Buitenplein 101

Venstra
Binnenhof 50

AMSTERDAM
Academische Boekhandel
Spui 10A

De Bijenkorf
Damrak 90A

APELDOORN
V & D
Hoofdstraat 50

ARNHEM
Gelderse Boekhandel BV
Koningstraat 31

V & D
Velperplein

ASSEN
Iwema
Ged. Singel 11

BREDA
Gianotten BV
Veemarktstraat 49

Van Turnhout BV
Grote Markt 18

V & D
Karrestraat/Nieuwstraat

CULEMBORG
Boldingh
Markt 22-26

DELFT
Kempers
Winkelcentrum
'In de Hoven'

T.H. Boekhandel Prins
Binnenwatersloot 30

Waltman
Binnenwatersloot 33

DELFZIJL
Pluister
Waterstraat 40

DEVENTER
Praamstra
L. Bisschopstraat 41

V & D
Brink 100

DOETINCHEM
Raadgeep en Berrevoets
Hamburgerstraat 29

DORDRECHT
Van Herwijnen
Kromhout 197

DRACHTEN
De Groot
Zuidkade 3

EINDHOVEN
Frencken
Mathildelaan 9

Luda
Nieuwstraat 2

Van Piere
Rechtestraat 62

Stam Boekhandel
Kruisstraat 126

V & D
Rechtestraat 6

EMMEN
V & D
De Weiert 2

Van Wieren BV
De Weiert 88

ENSCHEDE
Berkhout-Twenthe
Boulevard 1945-345

v.d. Broek en Adolfs
De Klomp 9

V & D
Boulevard 1945

GOES
De Jonge BV
Lange Kerkstraat 33

GOUDA
Karssen
Kleiweg 39

's-GRAVENHAGE
Paagman
Fred. Hendriklaan 217b

Verwijs en Stam
Prinsessegracht 2

V & D
Spui 3/Leyweg 924

GRONINGEN
Scholtens
Grote Markt 43-44

Stax
Bernoulliplein 22

HAARLEM
Stamboekhandel
Santpoorterstraat 70

De Vries
Jacobijnestraat 3-7

V & D
Gierstraat 5

HEERENVEEN
Binnert Overdiep
Dracht 60

HEERLEN
V & D
Saroleastraat 21

Winants
Raadhuisstraat 2

HELMOND
Verhagen De Reijdt
Kerkstraat 39

V & D
Veestraat 16

HENGELO (O)
Broekhuis
Enschedesestraat 19

's-HERTOGENBOSCH
V & D
Schapenmarkt 4

HILVERSUM
Harkema
Havenstraat 105-107

Rozenbeek
Schoutenstraat 2

V & D
Kerkstraat 49

HOOGEVEEN
Pet BV
Hoofdstraat 87

HOOGVLIET
Voskamp
Binnenban 48

KROMMENIE
Knijnenberg
Heiligeweg 6

LEIDEN
V & D
Aalmarkt 26-28

Zandvliet
Haarlemmerstraat 117

LEIDSCHENDAM
V & D
Winkelcentrum
Leidsenhage

LEEUWARDEN
v.d. Velde
Nieuwestad 90

V & D
Nieuwestad 50

MAASTRICHT
Leiter-Nijpels
Wolfstraat 12

Veldeke
Kleine Staat 14

V & D
Grote Staat 5-15

NIJMEGEN
Dekker en v.d. Vegt
Plein 1944-129

V & D
Grote Markt 3

OLDENZAAL
Verhaag
Steenstraat 1

ROERMOND
V & D
Munsterplein

Willems
Steenweg 23

ROOSENDAAL
V & D
Markt 1

ROTTERDAM
V & D
Hoogstraat/Zuidplein

Wetenschappelijke Boekhandel
Korte Hoogstraat 11-13

RIJSWIJK
V & D
In de Boogaard

SLUIS (ZLD)
Van Remortel
Nieuwstraat 25

TERNEUZEN
Ververs
Noordstraat 10-12

TILBURG
Jan van Laarhoven
Wilhelminapark 7-8

Pillot-Standaardboekhandel
Heuvel 32

V & D
Heuvelstraat 33

UTRECHT
Broese-Kemink
Stadhuisbrug 5

V & D
Hoog Catharijne

VALKENSWAARD
Priem
Eindhovenseweg 16

VLAARDINGEN
Boekhuis Den Draak
Veerplein

V & D
Veerplein

VLISSINGEN
Bikker
Walstraat 54

De Veij Mestdagh
St. Jacobsstraat 20-22

WEERT
Willems
Markt 13

ZEIST
V & D
1e Hogeweg 19

ZWOLLE
Jakma
Assendorperstraat 110

V & D
Nieuwstraat 51

Accu en lichtnet-adapter

Over het algemeen zijn tegenwoordig alle personenauto's uitgerust met 12 V accusystemen. Helaas werken de meest gangbare draagbare cassetterecorders met gelijkspanning van 6 of 9V. Om deze recorders en eventuele andere apparaatjes toch in de auto te kunnen gebruiken, is een adapter noodzakelijk. Deze adapter brengt dan de 12 V accuspanning terug naar 6 V of 9 V. De hier gegeven adapter is zo ontworpen, dat deze ook als gewone gelijkspanningsvoeding, via het lichtnet thuis, kan worden gebruikt.

Het probleem van het voeden van 6 V en 9 V apparaten in de auto is algemeen bekend. In de handel zijn daarvoor diverse voedingsapparaatjes te koop. Deze apparaatjes hebben echter meestal het nadeel niet zo goed te zijn aangepast op het maximum gevraagd vermogen. Dit laatste is vrij belangrijk omdat bijvoorbeeld, het voeden van een apparaat dat 20mA trekt met een adapter die 1A kan leveren weinig zinvol is. In de eerste plaats worden dan onnodig dure componenten toegepast. In de tweede plaats zijn dergelijke adapters meestal zo eenvoudig van opzet dat relatief grote stoorspanningen op het te voeden apparaat komen.

De hier gegeven adapters hebben het extra voordeel volkomen aangepast te kunnen worden aan de behoefte. Daarbij wordt dan ook direct onderscheid gemaakt tussen de vraag of bij de betreffende auto de accu met "min aan massa" of met "plus aan massa" ligt. Met dit laatste wordt bedoeld dat bij alle gangbare auto's twee soorten voedingsystemen voorkomen. Bij de meest voorkomende soort ligt de min-pool van de accu aan het chassis (min aan massa). Hier en daar worden nog auto's gesignaleerd waarbij de plus-pool van de accu aan het chassis light (plus aan massa).
Los van de auto-accu's, is de adapter ook bruikbaar voor het voeden van apparaten thuis, die met 6 V of 9 V gelijkspanning moeten worden bedreven. Hiertoe hoeven op de print slechts drie gelijkrichtdioden en een externe trafo te worden toegevoegd. De adapter is bijvoorbeeld goed geschikt voor het voeden van rekenapparaten.
Om de verschillende mogelijkheden van de adapter duidelijk te maken, worden eerst de mogelijkheden in de auto besproken en daarna de lichtnetvoeding.

Accu-adapter met min-aan-massa

Figuur 1 geeft het schakelschema van de adapter voor auto's, waarbij de min van de accu aan massa ligt. De aansluitcijfers corresponderen met die van de later te bespreken print. De accuspanning wordt, via het contactslot, aangesloten op de punten 2 en 4. Daarbij komt punt 4 gewoon ergens in de auto aan massa te liggen. In de praktijk komt dit er op neer, dat tussen punt 4 en het dichtbijzijnde metaaldeel van de auto een geïsoleerd koperdraadje wordt gelegd. Neem hiervoor wel draad met een grote diameter (minimaal $1{,}5^2$), omdat anders stoorspanningen worden vergroot.

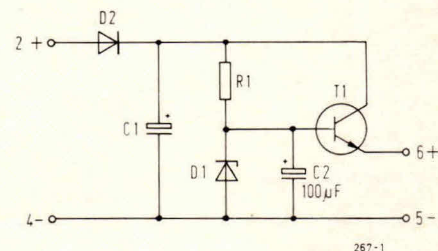


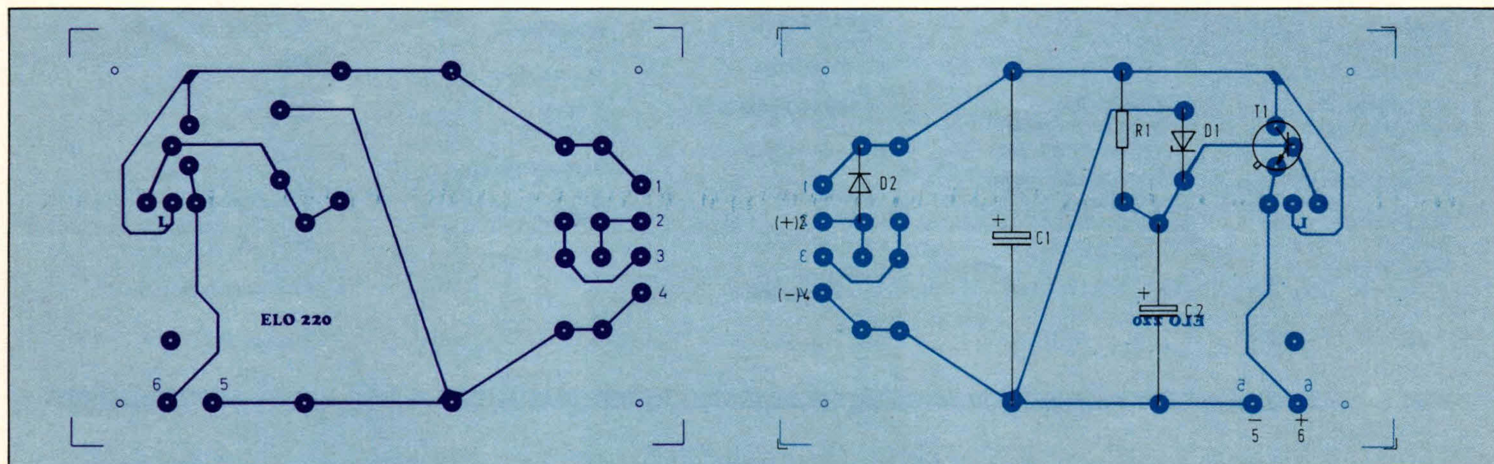
Fig. 1. Het schakelschema van de adapter voor "gemeenschappelijke voedingsmin" of "min aan massa" bij auto's.

In figuur 1 loopt de voedingspanning van punt 2 af door diode D2 naar condensator C1. Diode D2 heeft een dubbele functie. In de eerste plaats voorkomt deze diode het opblazen van de transistor als per ongeluk de draden van de punten 2 en 4 worden verwisseld.

Daarnaast verzorgt D2 samen met C1 een filter. D2 heeft namelijk in geleiding ook een zekere weerstand. Deze weerstand is weliswaar niet zo groot, maar in de praktijk bij 100mA nog altijd 7 Ω. De weerstand

Fig. 2. De print lay-out voor de voedingsadapter volgens de figuren 1, 8 en 10. De print is gegeven op schaal 1 : 1 en gezien vanaf de soldeerzijde.

Fig. 3. De componentenopstelling op de print van figuur 2, met de schakeling van figuur 1.



neemt af, naarmate de diodestroom toeneemt. De weerstand is echter niet afhankelijk van de frequentie. Dat is de weerstand van C1 wel. Bij een condensator neemt de weerstand af, naar mate de frequentie toeneemt. En frequenties zijn meestal in de auto in ruime mate aanwezig.

figuur 1 wordt de plus van het te voeden apparaat op punt 6 aangesloten en de min op punt 5. Door T1 verliest de adapter 700mV, zodat van de 6,8 V (bij 6 V adapters) 6,1 V overblijft.
Voor 9 V adapters, waarbij D1 10 V is, wordt de uitgangspanning 9,3 V. In de praktijk zullen de zenerdioden een

Op de print is op diverse plaatsen geen component aangebracht. Deze overblijvende gaten zijn bedoeld voor andere schakelmogelijkheden die later worden besproken. Let bij de montage van de componenten goed op de polariteit van C1 en C2 en kijk tevens of transistor T1

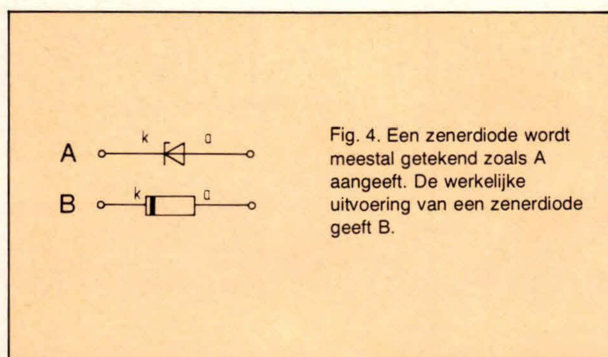
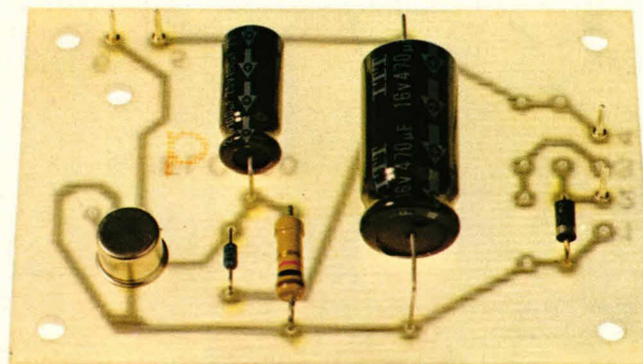


Fig. 4. Een zenerdiode wordt meestal getekend zoals A aangeeft. De werkelijke uitvoering van een zenerdiode geeft B.


Afb. 5. Deze foto geeft de adapter volgens figuur 1 met een "low power" transistor.

Deze zitten op de accuspanning en worden veroorzaakt door allerlei regel- en dynamoapparatuur. Vooral relatief hoge frequenties kunnen vervelende stoorspanningen geven. Dit laatste wordt nu in ruime mate verhinderd door D2 en C1.

Om bij de adapter een stabiele uitgangspanning te krijgen, moet een zenerdiode worden toegepast. In figuur 1 is dat D1. Deze diode wordt gevoed via R1. Voor 6 V adapters is deze diode 6,8 V en voor 9 V adapters 10 V. Om een redelijk constante uitgangspanning te krijgen moet de zenerstroom, in verhouding met de stroom door de belasting, zo min mogelijk wisselen. Om dit te bereiken, wordt de spanning over de zenerdiode, via transistor T1 aan de belasting toegevoerd. In

bepaalde tolerantie hebben, waardoor de uitgangspanning enigszins afwijkt. Dit vormt geen bezwaar omdat cassetterecorders e.d. daar op zijn berekend.
In figuur 1 zit over zenerdiode D1 een condensator. Deze condensator zorgt voor een (tweede) filterwerking om stootspanningen tegen te gaan.

De print

Figuur 2 geeft de print lay-out voor de adapter. Hierbij is de print getekend van de soldeerzijde af (schaal 1 : 1). De print is in deze vorm universeel bruikbaar als accu-adapter en als lichtnetvoeding. De componentenopstelling van de schakeling volgens figuur 1 op de print van figuur 2, is gegeven in figuur 3.

niet verkeerd in de gaten zit. Deze transistor (2N1613 of 2N2905) moet gemakkelijk, zonder het verdraaien van aansluitpootjes, in de aansluiting passen. Let ook op de aansluiting van zenerdiode D1.
Figuur 4 geeft ter verduidelijking in afbeelding A het symbool. Afbeelding B van figuur 4 geeft de werkelijke uitvoering. Op een zenerdiode zit aan één kant een ring. Deze ring stelt de (k)athodekant voor.

Om de adapterschakeling effectief te kunnen toepassen geeft tabel 1 alle componentenaanduidingen voor de verschillende mogelijkheden. De linker kolom geeft de gewenste uitgangspanning

Tabel 1. Deze tabel geeft alle componentengegevens voor 6 V en 9 V adapters. Daarbij is uitgegaan van 12 V accuvoeding. Als de adapter op het lichtnet wordt gebruikt, moeten alleen 3 gelijkrichtdioden en een trafo worden toegevoegd.

GEWENSTE SPANNING met maximum stroom	C1	C2	D1	D2	R1	T1 bij geaarde plus	T1 bij geaarde min
6 V/50mA	470 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/250mW	1N4001	1k/250mW	2N2905	2N1613
6V/100mA	470 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/250mW	1N4001	820Ω/250mW	2N2905*	2N1613*
6V/250mA	1000 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/250mW	1N4001	560Ω/250mW	TIP30	TIP29
6V/500mA	1000 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/250mW	1N4001	390Ω/250mW	TIP30*	TIP29*
6V/1A	2200 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/250mW	1N4001	220Ω/1W	TIP32*	TIP31*
6V/2A	2200 μF/16V	100 μF/16V	6,8V/1W	1N5401	120Ω/1W	TIP32*	TIP31*
9V/50mA	470 μF/16V	100 μF/16V	10V/250mW	1N4001	560Ω/250mW	2N2905	2N1613
9V/100mA	470 μF/16V	100 μF/16V	10V/250mW	1N4001	390Ω/250mW	2N2905*	2N1613*
9V/250mA	1000 μF/16V	100 μF/16V	10V/250mW	1N4001	330Ω/250mW	TIP30	TIP29
9V/500mA	1000 μF/16V	100 μF/16V	10V/250mW	1N4001	270Ω/250mW	TIP30*	TIP29*
9V/1A	2200 μF/16V	100 μF/16V	10V/1W	1N4001	130Ω/250mW	TIP32*	TIP31*
9V/2A	2200 μF/16V	100 μF/16V	10V/1W	1N5401	82Ω/1W	TIP32*	TIP31*

voor C1 en C2 staan de minimum werkspanningen aangegeven.

* betekent dat de transistor moet worden voorzien van een koelvin of koelplaat.

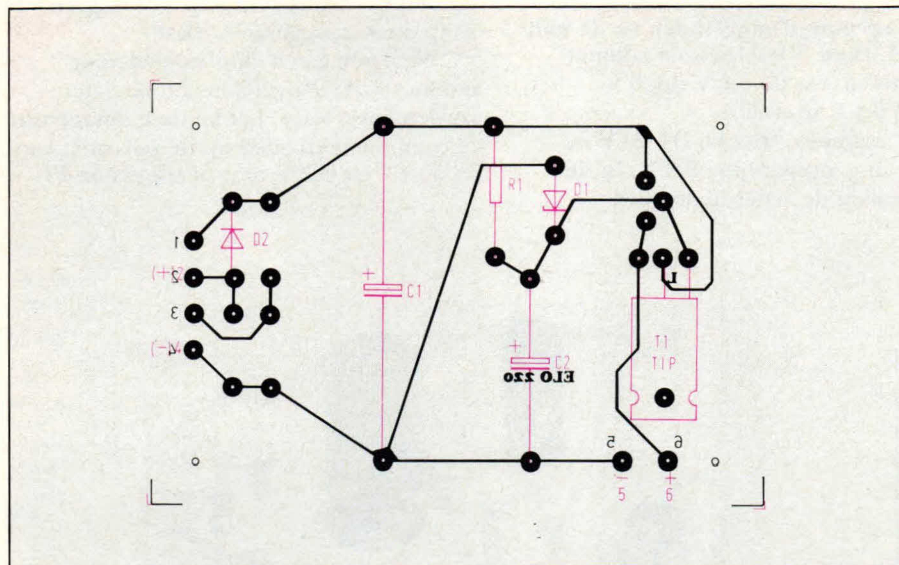


Fig. 6. Voor het voeden met relatief grote vermogens moet op de print een powertransistor worden aangebracht (zie tabel).

Accu-adapter met plus-aan-massa

Het schakelschema van de adapter voor auto's, waarbij de plus-accupool aan massa

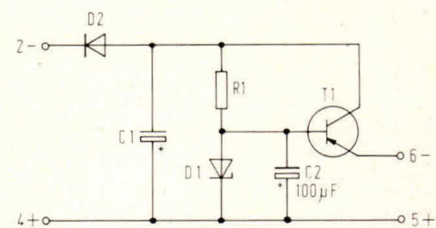


Fig. 8. Het schakelschema van de adapter voor "gemeenschappelijke voedingsplus" of "plus aan massa" bij auto's.

met bijhorende maximaal gevraagde uitgangstroom. Hierbij is de maximum continustroom aangegeven. Rechts van elke aangegeven spanning- en stroomwaarde staan alle componenten. Voor C1, C2, D1, D2 en R1 maakt het niet uit of het gaat om een min-aan-massa of plus-aan-massa. Dit laatste is echter wel belangrijk voor T1. Bij schakelingen volgens figuur 1, met min-aan-massa worden NPN transistoren toegepast. Deze staan in de meest rechtse kolom van de tabel.

De aangegeven werkspanningen van C1 en C2, die in de tabel zijn gegeven, betreffen minimum spanningen. In plaats daarvan mogen ook 25 V, 35 V of 40 V typen worden genomen. Op de print is daarmee rekening gehouden. Voor C1 en C2 moeten wel axiale elco's worden toegepast. Afb. 5 geeft de bouw van de adapter voor accuvoeding. In deze uitvoering gaat het om een 50mA of 100mA type, waarbij een "kleine" transistor is gebruikt. Bij stromen groter dan 100mA moet voor T1 een TIP-transistor worden toegepast. Op de print is hiervoor plaats ingeruimd.
Figuur 6 geeft de componentenopstelling van de schakeling volgens figuur 1 met een TIP-transistor. Ter verduidelijking geeft afb. 7 de schakeling volgens figuur 6. Duidelijk is hier te zien dat de TIP met de metaalkant tegen de print aanligt. Afhankelijk van het vermogen moet T1 worden voorzien van een extra koelvlak. Voor een 2N1613 en 2N2905 is dat een koelvin of koelster. Bij de TIP wordt meestal een U-vormige koelplaat toegepast, die kan worden vastgeschroefd.

ligt, is gegeven in figuur 8. Voorwat betreft de opzet is het schema gelijk aan dat van figuur 1. De componenten D2, C1, C2 en D1 zijn echter nu omgekeerd. Verder is voor T1 een PNP-transistor toegepast. Op punt 4 wordt het chassis (massa) van de auto aangesloten. De min-accupool wordt verbonden met punt 2. Uiteraard kan dit punt het beste niet direct met de accupool worden verbonden, maar via het contactslot. Moet de schakeling uitneembaar zijn, dan kan het beste (als deze aanwezig is) de sigarenaansteker van de auto worden gebruikt. Speciale stekers hiervoor zijn in de handel aanwezig. Hierbij is de middenpenaansluiting de min-aansluiting van de accuvoeding. De sigarenaansteker loopt meestal niet via het contactslot. Er is echter wel een zekering in het stroomcircuit opgenomen.

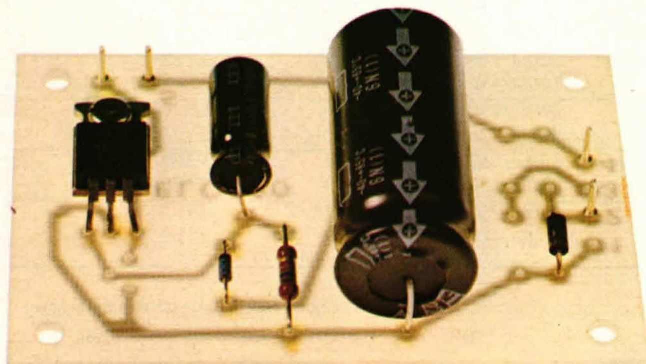
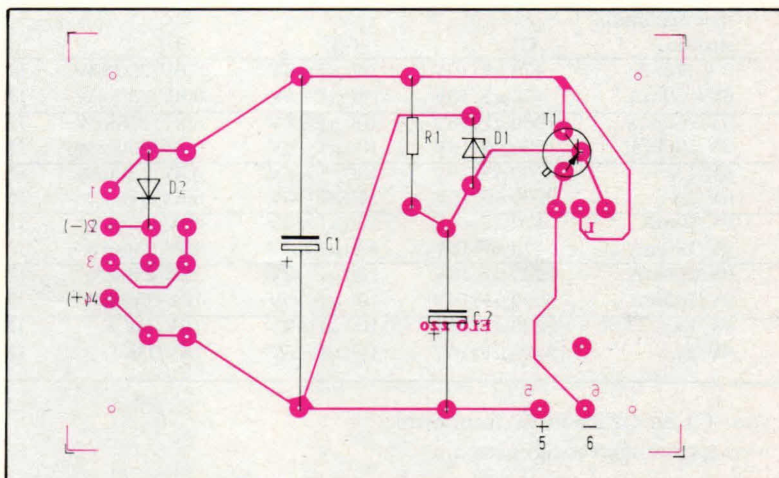

Afb. 7. De adapter volgens figuur 1 kan ook worden gebruikt voor het voeden van relatief grote vermogens. Hierbij wordt dan een TIP-transistor toegepast.

Fig. 9. De componentenopstelling van de schakeling volgens figuur 8 op de print van figuur 2.



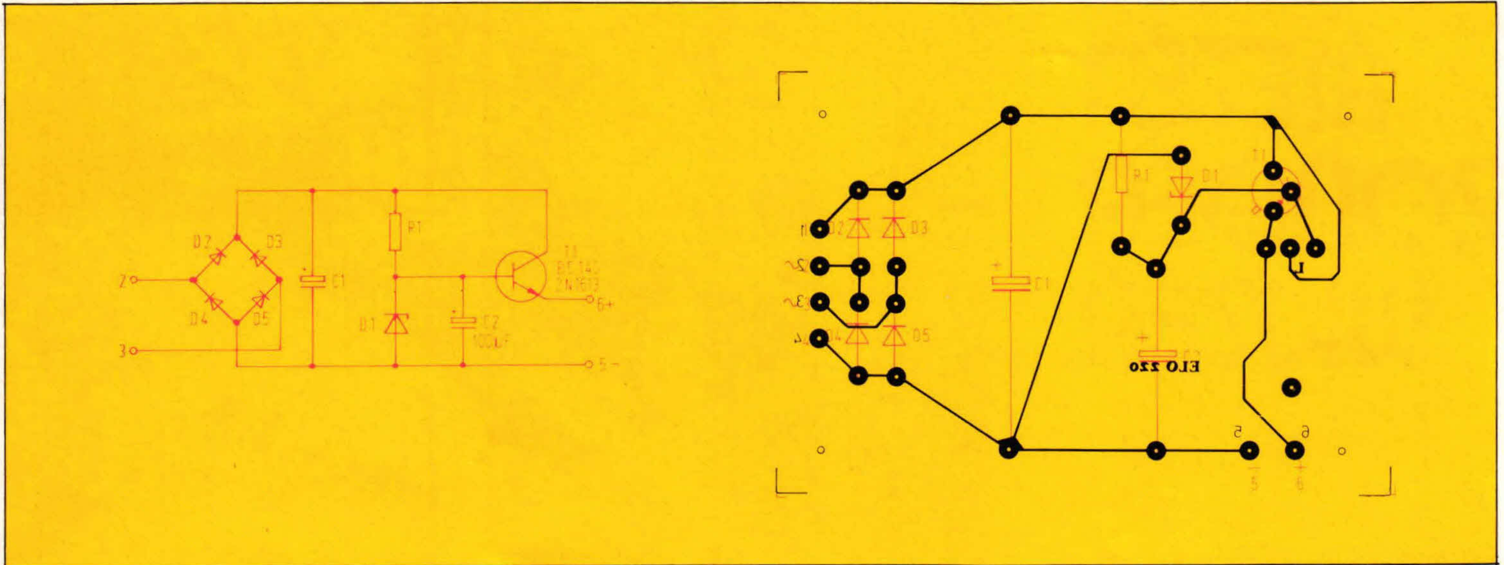


Fig. 10. Deze lichtnetadapter is bruikbaar voor schakelingen en apparaten die moeten worden gevoed met 6 V of 9 V gelijkspanning.

Fig. 11. De componentenopstelling van de schakeling volgens figuur 10.

De componentenopstelling voor de schakeling volgens figuur 8 is gegeven in figuur 9. Let bij de montage van het printje goed op de richting van beide elco's. Diode D2 zit in figuur 9 met de kathode (ringkant) aan aansluitpunt 2. Zenerdiode D1 heeft echter hier de ringkant tegengesteld aan die van D2.
De componentenopstelling volgens figuur 9, geeft voor T2 de adapteruitvoering waarbij maximaal 100mA continu mag worden getrokken. Voor grotere stromen moet een TIP worden toegepast. Deze wordt dan geplaatst zoals figuur 6 aangeeft.

Extra's op de adapter

Over het algemeen wordt op een voedingsuitgang een elco geplaatst. In de praktijk heeft dit meestal weinig zin. De adapter volgens figuur 1 en 8 heeft op de uitgang een (omgerekende) capaciteit van ca. 5000 μF. Omdat de stoorspanningen in de elektrische circuits bij elke auto verschillend zijn, is het moeilijk te beoordelen hoeveel storing door de adapter heen zou kunnen komen. Zelfs al kwam er nog wat door, dan werd dit nog wel onderdrukt in de radio of cassetterecorder.
Mocht er echter toch wat storing in het te voeden apparaat overblijven, dan is het zaak diode D2 te verwijderen en te vervangen door een spoeltje. Neem hiervoor een HF-kern met een diameter tussen ca. 5 mm en 12 mm. De kern heeft slechts een lengte van ca. 15 mm nodig. Wikkel op de kern wat geëmailleerd koperdraad met een diameter van 0,7 à 1 mm (10 windingen is voldoende) en plaats het geheel op de print in plaats van D2.

Lichtnetadapter

Figuur 10 geeft het schakelschema voor de lichtnetadapter. Het verschil met de schakeling volgens figuur 1 is, dat er drie dioden zijn bijgeplaatst. In plaats van één diode (D2) in de voeding zijn nu vier dioden (D2 t/m D5) geplaatst als bruggelijkrichter. Op de punten 2 en 3 komt een transformator die primair is bedoeld voor 220 V. Voor de secundaire spanning kan als vuistregel een spanning van 9 of 10 V worden aangehouden. De stroom die de trafo moet kunnen leveren, moet minimaal gelijk zijn aan de gewenste uitgangstroom. Eventueel kan voor de trafo een 12 V (secundair) type worden genomen. In dat geval moet de werkspanning van C1 minimaal 25 V zijn.

Voor de overige waarden kan tabel 1 worden aangehouden. De componentenopstelling van de schakeling volgens figuur 10 is gegeven in figuur 11.

De wisselspanning van de trafo wordt op de punten 2 en 3 aangeboden. Punt 5 is de nuluitgang en punt 6 de plus.
Met de adapter volgens figuur 10 en 11 kunnen bijvoorbeeld radio's en cassetterecorders worden gevoed. Ook het voeden van rekenapparaten is mogelijk. Daarbij speelt het nu geen rol, welke zijde van de voeding van cassetterecorder of radio aan het chassis ligt.

Andere toepassingen

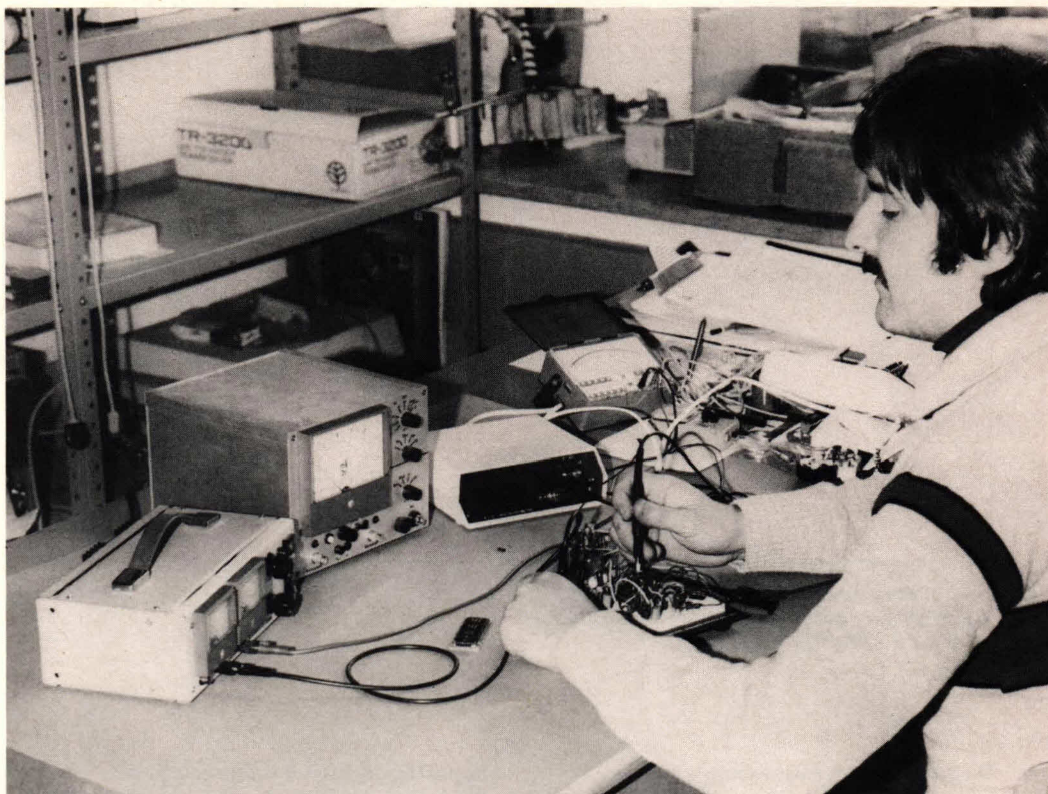
De schakeling volgens figuur 10 is in feite een gewone gestabiliseerde voeding. Het schema is daarom natuurlijk ook bruikbaar voor andere spanningen. Daarbij kunnen meestal voor D2 t/D5 1N4001 typen worden gebruikt (1N4002 t/m 1N4004 gaat ook). De werkspanning van C1 moet minimaal 1,4 x de secundaire trafospanning zijn. De zenerdiode D1 wordt ongeveer gelijk gekozen aan de gewenste uitgangspanning. Daarbij moet dan de werkspanning van C2 minimaal gelijk zijn aan de zenerspanning. Met de gegeven transistoren in tabel 1 kan worden gegaan tot ingangspanningen van maximaal 40 V (over C1). Als de secundaire trafospanning vermenigvuldigd met 1,4 steeds ongeveer 4 à 6 volt hoger ligt dan de zenerdiodespanning, kan voor weerstand R1 de waarde worden aangehouden die de 9 V-adapter geeft in tabel 1.

Belangrijk bij uw keuze van de te bouwen adapter is; dat u de juiste componenten gebruikt, zoals aangegeven in tabel 1. Afhankelijk van het te bouwen schema, fig. 1 of fig. 8 moet u rekening houden met de juiste keuze van de **transistor.**

Printnummer 220 kunt u gebruiken voor iedere willekeurige schakeling zoals aangegeven in de figuren 1 en 8, met de componenten zoals aangegeven in tabel 1.

***

METEN ZONDER WIJZER



Nog niet zo lang geleden was het zelf bouwen van een digitale voltmeter iets waar de meesten van ons, vanwege de gecompliceerde elektronica alleen maar aan dachten. Dankzij de huidige geïntegreerde schakelingen is dat echter een stuk eenvoudiger geworden. De print van de hier beschreven digitale voltmeter is eigenlijk lachwekkend klein en bevat naar verhouding maar weinig onderdelen, maar toch hebben we hier te maken met een gelijkspanningsvoltmeter die een aanwijzing geeft tussen 0 V en ± 1999 V met polariteits-aanduiding en met een indicatie als het meetwaardig gebied wordt overschreden.

Digitale meetwaarden in de vorm van cijfers zijn goed af te lezen, als men er eenmaal aan is gewend. Bij de gebruikelijke spannings- en stroommetingen krijgen we echter als meetwaarden analoge waarden. Deze waarden moeten in een vorm worden gebracht die geschikt is om met cijferindicatoren weer te geven. Daarvoor hebben we een analoog/digitaalomvormer nodig, kortweg aangeduid als A/D-omvormer.



Ons modelapparaat in kunststof kastje met doorzichtig rood front.

Er bestaan diverse methoden om een dergelijke omvorming uit te voeren. De hier beschreven digitale voltmeter maakt gebruik van de zogenaamde Dual-Slope-werkwijze, die we eerst zullen bespreken. De cijferindicatie beslaat $3^1/_2$ positie. Dat klinkt een beetje eigenaardig, maar de gehele schakeling wordt er wel door vereenvoudigd. De halve positie wil alleen maar zeggen, dat de cijferindicatie de waarden van 000 tot 1999 omvat. De vierde positie links kan dus alleen maar een 0 of een 1 zijn. Daarmee wordt de schakeling veel eenvoudiger en bovendien is ± 1999 V voor de meeste metingen ruim voldoende.

Wat is Dual-Slope?

Dit is een heel bepaalde wijze om analoge waarden om te vormen tot digitale waarden. Deze engelse aanduiding zouden we kunnen vertalen in "werkwijze met twee hellingen". We zullen deze werkwijze aan de hand van fig. 1 en 2 eens nader bekijken.
Wordt een spanning U_x via de gesloten schakelaar S1 aan de in figuur 1 getoonde schakeling toegevoerd, dan wordt de condensator C7 opgeladen en de uitgangsspanning U_i van de integrator ZN424 verandert dus afhankelijk van zijn versterkingsfactor. De spanningsverandering ΔU_i is omgekeerd evenredig met de ingangsspanning ΔU_x. In figuur 2 zijn twee continu stijgende spanningen getoond met verschillende helling U_{x1} en U_{x2}. De oplaadtijd t_1 is constant en wordt bepaald door een klokpulsspanning. Een hoge ingangspanning U_{x1} zorgt voor een snellere toename van de spanning over C7 als een kleinere spanning U_{x2}. De condensator is dus na de vaste periode t_1 tot een verschillende waarde opgeladen. Na afloop van t_1 wordt C7 met een omgekeerd gepoolde constante referentiespanning U_{Ref} ontladen. In figuur 1 gebeurt dat via S2 of S3. Daardoor ontstaat dan de tweede dalende helling. De snelheid waarmee de spanning afneemt hangt nu af van de constante spanningswaarde U_{Ref}.
Was C7 opgeladen tot de hoge spanning U_{x1}, dan is er een langere tijdsduur t_{x1} nodig totdat ze weer is ontladen dan bij de lagere spanning U_{x2}. Uziet al waar het op uitdraait: de ontlaadtijden zijn evenredig met de te meten spanning U_x. Deze tijden (t_{x1} of t_{x2}) worden nu digitaal gemeten en vormen zodoende een maat voor de oorspronkelijke spanningswaarde. Eigenlijk kan men dit soort schakelingen ook aanduiden als spanning/tijd-omvormers.

Daarna komt de comparator

Een comparator is een vergelijkingsschakeling, die twee spanningen met elkaar vergelijkt. Daarvoor gebruikt men een verschilversterker (een operationele versterker). Zoals we weten is U_i in figuur 1 een veranderlijke spanning die nu wordt toegevoegd aan de inverterende ingang van de comparator. De niet-inverterende ingang van de comparator is aangesloten op het 0 V niveau. De uitgangspanning van de comparator (ZN424) is gelijk aan 0 wanneer de beide ingangspanningen 0 V zijn. Afhankelijk van de polariteit van de spanning U_i ten opzichte van 0 V heeft ook de spanning aan de uitgang van de comparator (na inversie, omdat het signaal U_i op de inverterende ingang is aangesloten) een verschillend voorteken. Deze comparator heeft een hoge

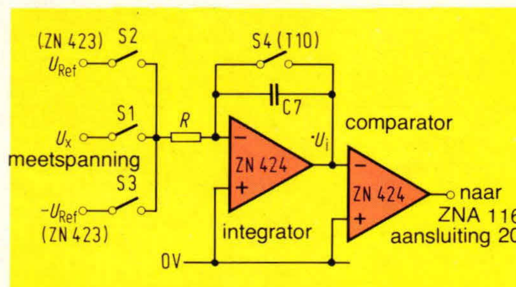


Fig. 1. Principe van de analoog/digitaal-omvormer volgens de Dual-Slope-werkwijze.

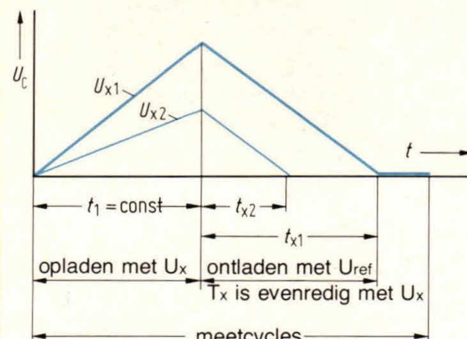


Fig. 2. Laad- en ontlaadproces bij een Dual-Slope-omvormer.

Fig. 3. Totaalschema van de digitale voltmeter zonder meetgebiedenomschakelaar.

versterkingsfactor. Als de spanning op de ingang maar iets van 0 V verschilt, dan springt de uitgangspanning zeer stijl en snel naar een positieve of naar een negatieve waarde. Daarmee wordt dus het teken van de meetspanning U_x herkend. In het voorbeeld van figuur 2 werd de condensator geladen met een positief gerichte meetspanning (U_{x1}, U_{x2}. Bij een negatieve meetspanning zou de spanning U_x dus spiegelbeeldig in het negatieve spanningsgebied verlopen. De comparator geeft al tijdens de oplaadperiode via de besturingslogica het voortekensignaal af aan het betreffende gedeelte van de cijferindicator.

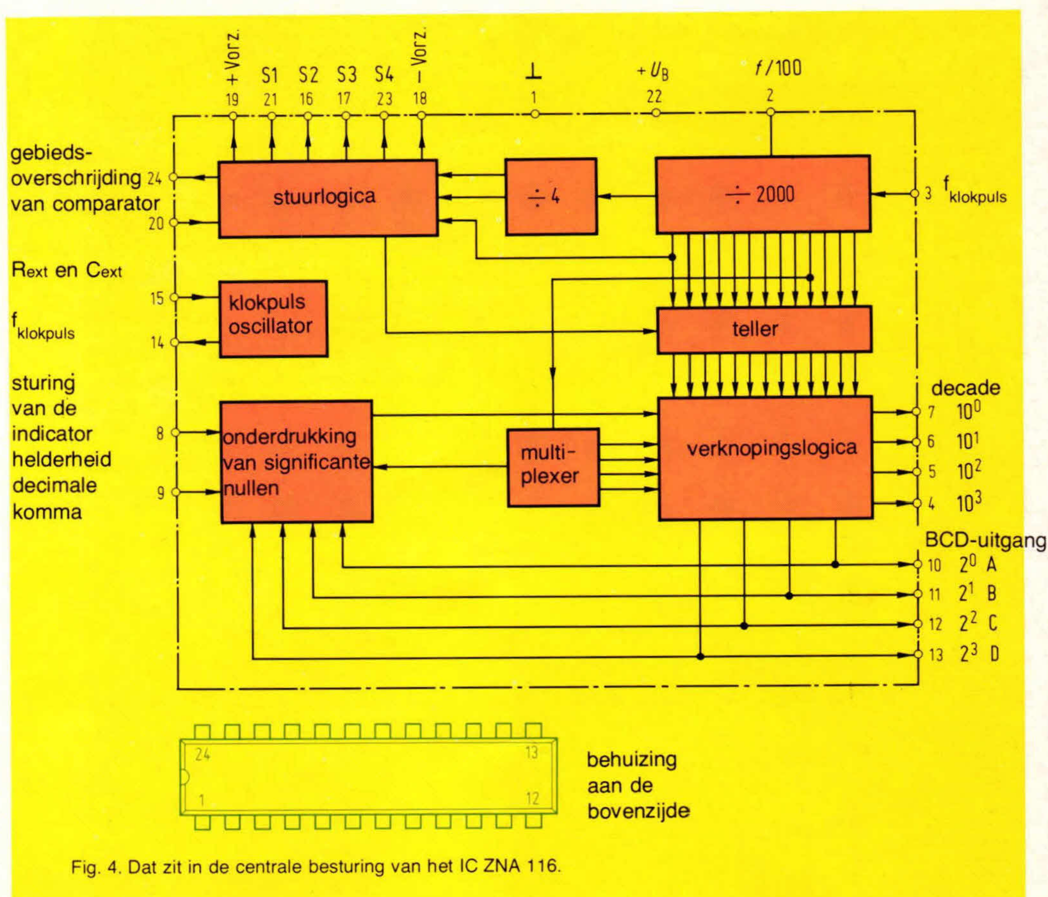


Fig. 4. Dat zit in de centrale besturing van het IC ZNA 116.

Wat gebeurt er nu in onze digitale voltmeter?

Tot zover de overigens wel noodzakelijke theorie, want als we een apparaat gaan bouwen, dan moeten we toch wel weten hoe een en ander in principe werkt.
Als we eens kijken naar de totale schakeling uit figuur 3, dan lijkt deze op het eerste gezicht weinig op de theoretische schakeling uit figuur 1. In het voorbeeld hebben we natuurlijk het meetproces sterk vereenvoudigd, maar laten we nog eens kijken wat er bij een spanningsmeting in onze digitale voltmeter gebeurt. Dan zal duidelijk worden dat deze meter inderdaad op de boven beschreven wijze functioneert.
In het blokschema van figuur 4 is het inwendige schema getekend van de geïntegreerde schakeling ZNA116, die ook links boven in figuur 3 te zien is. Over de gecompliceerde processen in deze schakeling hoeven we ons geen zorgen te maken. Als we ons daarmee bezig gingen houden, dan kregen we alleen nog maar verdere theorie voorgeschoteld en dat is niet de bedoeling. Deze bouwsteen levert klokimpulsen voor het sturen van het analoge gedeelte en geeft stuurinstructies af voor de schakelaars S1 tot en met S4, die natuurlijk geen mechanische schakelaars zijn, maar bestaan uit transistoren; maar dat is voor een theoretische beschouwing onbelangrijk.

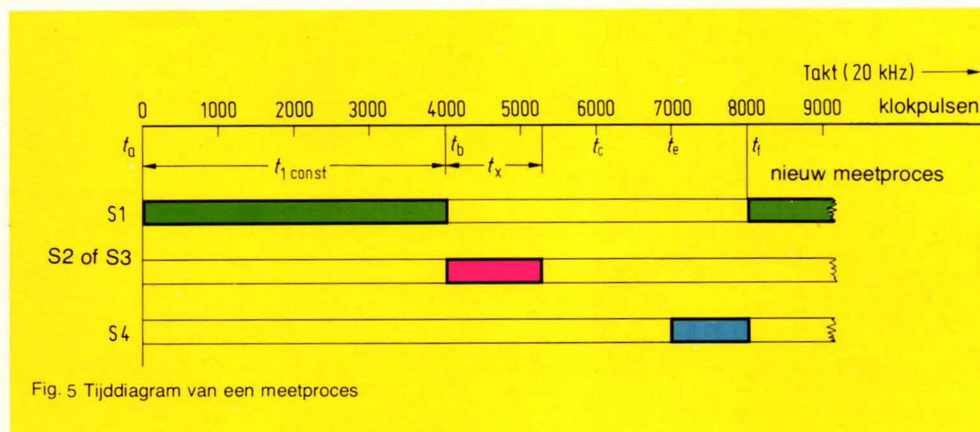


Fig. 5 Tijddiagram van een meetproces

Het ontvangt verder het voorteken van de meetspanning van de comparator (ingang 20). Gedurende de ontlaadperiode t_x worden klokimpulsen met vaste frequentie toegevoerd aan een teller, zodat met de gemeten spanning een evenredige tellerstand wordt verkregen, welke tellerstand in de vorm van BCD-code wordt doorgegeven aan de indicatie eenheden (3 x DL 707).

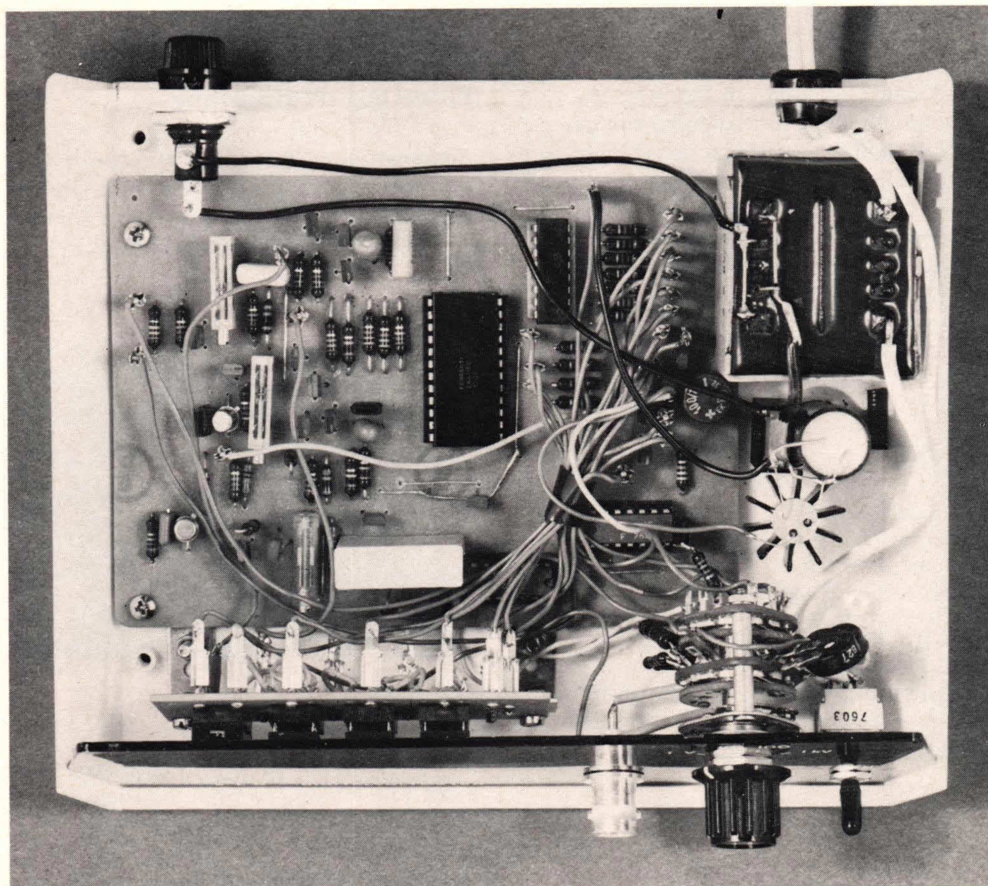
Hoe wordt het meetproces gestuurd?

De frequentie van de klokpulsoscillator in het Ie Zn 116 wordt bepaald door de externe RC-combinatie op de aansluiting 15 en is ongeveer 20 kHz. Wat er achtereenvolgens tijdens een meetproces gebeurt, is weergegeven in het diagram van figuur 5.
Op het tijdstip t_a zorgt de besturingseenheid (het IC ZNA 116) ervoor dat de schakelaars S2, S3 en S4 (daarmee zijn bedoeld de transistoren T13, T14 en T10) zijn geopend en dat S1 (T11) is gesloten. De te meten spanning heeft nu gelegenheid om de condensator binnen een met 4000 klokpulsen overeenkomende tijdsperiode lineair op te laden tot aan het tijdstip t_b. Met andere woorden: de ingangspanning wordt gedurende 200 ms toegevoegd aan de integrator.
De uitgangspanning U_i is omgekeerd evenredig met de ingangspanning. Op het tijdstip t_b wordt de schakelaar S1 geopend en worden de schakelaars S2 en S3 gesloten. Welke van de schakelaars (dat wil zeggen welke van de transistoren) er wordt gesloten, bepaalt het IC ZNA 116 aan de hand van het voorteken van de ingangspanning U_x. Via S2 of S3 wordt dan een referentiespanning met tegengesteld voorteken toegevoerd. De condensator ontlaadt zich nu vanaf het tijdstip t_b tot aan het tijdstip t_c waarop U_i gelijk is aan 0 V. Deze toestand wordt door de comparator herkend en de uitgangspanning daarvan verandert dan sprongsgewijze, zoals we in het bovenstaande al hebben gezien. De aangeboden referentiespanning wordt nu afgeschakeld. Het aantal klokimpulsen in de tijd t_x tot aan het moment waarop de

Tabel 1								
BCD-getal	decimaal getal	7-segment-indicatie segment A	B	C	D	E	F	G
0000	0	1	1	1	1	1	1	0
0001	1	0	1	1	0	0	0	0
0010	2	1	1	0	1	1	0	1
0011	3	1	1	1	1	0	0	1
0100	4	0	1	1	0	0	1	1
0101	5	1	0	1	1	0	1	1
0110	6	1	0	1	1	1	1	1
0111	7	1	1	1	0	0	0	0
1000	8	1	1	1	1	1	1	1
1001	9	1	1	1	1	0	1	1

Functietabel voor een BCD-7-segment-decodeereenheid.

comparator werd omgeschakeld, vormt nu een maat voor de waarde van de ingangspanning U_x. De digitale waarde van de gemeten ingangspanning staat nu in de BCD-code ter beschikking (zie tabel 1) op de aansluitingen 10 tot en met 13 van het IC ZNA 116 om te worden omgevormd naar het decimale stelsel (met behulp van het IC 7447 en 3 x DL 707).
Is de tijdsperiode t_x groter dan 1999 klokimpulsen, dan wordt een overschrijding van het meetgebied vastgesteld door een spanning op het punt 24 van ZNA 116). In dat geval zijn er op het tijdstip t_c 1999 klokimpulsen geteld. Verder tellen heeft geen zin, omdat onze decimale indicator als hoogste waarde 1999 nog net kan weergeven. Met de als diode geschakelde transistor T17 wordt nu bereikt dat alle cijfers van de indicator gaan staan knipperen (het meetgebied is overschreden).
Nu wordt een nieuwe meting voorbereid: de schakelaar S4 wordt gesloten om de condensator C7 volledig te ontladen. Op het tijdstip t_e wordt S4 weer geopend (S1 gesloten) en kan C7 opnieuw worden opgeladen. Tegelijkertijd wordt ook de teller op nul teruggesteld.
Via de logica en de multiplexer wordt ervoor gezorgd, dat het binaire getal van de BCD-uitgang af wordt toegevoerd aan de juiste decade van de zeven-segment-indicator (uitgangen 4 tot en met 7). Overigens: door de keuze van een periode van 4000 klokpulsen tijdens het opladen vermijdt men meetfouten, die zouden kunnen ontstaan door interferentie met de 50 Hz uit het net. De tijd 200 ms is namelijk deelbaar door 20 ms (overeenstemmend met 50 Hz); houdt men deze omstandigheden aan, dan is de gemiddelde waarde van de storende netbronspanning gelijk aan 0.



Afb. 7. Ons modelapparaat meet slechts 170 x 150 x 60 mm.

De digitale voltmeter kan eigenlijk alleen tot ± 2 V meten.

In de vorm waarin we de meter nu hebben is hij eigenlijk nog niet bruikbaar voor ons huislaboratorium. Daar moet nog een ingangspanningedeler volgens figuur 6 bij.

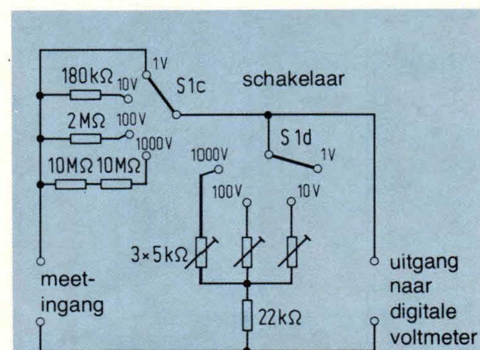


Fig. 6. De te meten spanning wordt verzwakt in de ingangspanningsdeler

Daarmee kunnen we nu spanningen in het gebied van 1 V, 10 V, 100 V en 1000 V kiezen. Met de omschakeling wordt ook tegelijkertijd de decimale komma in de cijferindicatie "verschoven". Het ene dek van de schakelaar S1c, S1d schakelt daartoe tevens de contacten S1a en S1b in figuur 3 om.
In het 1 V meetgebied bedraagt de ingangsweerstand 100 kΩ, in de overige gebieden 20 kΩ/V. De weerstanden en potentiometers, die nodig zijn voor de meetgebiedenomschakeling, zijn in het proefapparaat (figuur 7) direct aan de schakelaar gesoldeerd.

De digitale voltmeter bestaat uit twee printen en een voedingsgedeelte

Op de ene print vindt men de gehele sturende elektronica en achter het rode kunststof plaatje is een tweede print verborgen waarop de cijferindicatoren zijn ondergebracht.

Technische gegevens van de digitale voltmeter:

maximaal indicatie bereik	± 1999
ingangsimpedantie	
1 V gebied	100 kΩ
10 V	200 kΩ
100 V	2 MΩ
1000 V	20 MΩ
aantal meetwaarden per seconde	2,5
voedingsspanning	5 V
stroomopname als alle segmenten branden	200 mA
gemiddelde afwijking van de geïndiceerde waarde	0,1 %
temperatuurcoëfficient	0,1%/°C

onderdrukking van significante nullen
automatische polariteitsherkenning en -indicatie

Stuklijst van de digitale voltmeter

2 printen ELO 76 en 77
geïntegreerde schakelingen
1 ZNA 116 E Ferrantie
2 ZN 424 E Ferrantie
1 ZN 7447 A Ferrantie

Indicatie eenheid
3 DL 707 L
1 DL 701

Transistoren, dioden (Ferrantie)
T1 tot en met T4, ZTX 4403
T12, ZTK 213
T5 tot en met T11, T 13 tot en met T17, ZTX 108
D1, D2, ZN 423

weerstanden (± 10%)

R1 20 kΩ ±2%	R16, R17 680Ω
R2, R33 68 kΩ ±2%	
R3 t/m R9 150Ω	
R10 t/m R12 1,5 kΩ	R21 100Ω
	R22, R23, R31 100 kΩ
	R24 10 kΩ
	R25, R34 10 kΩ ±2%
	R26 15 kΩ ±2%
	R27 27 kΩ
R13, R18 t/m R20 3,3 kΩ	R28 1 MΩ ±2%
R14 33 kΩ	R29, R30, R36
R15 15 kΩ	51 kΩ ±2%
R32 470 Ω	
R35 560Ω	
R37 240 kΩ ±2%	
R38 180Ω	

Condensatoren

C1 2200 pF ±2,5%
C2, C6 C10 t/m C12 0,1μF
C3 0,68μF (elco)
C4 0,033μF
C5 47μF (elco)
C7 2,2μF ±10%
C8 0,01μF
C9 470 pF

Weerstanden met nauwe tolerantie (±2%) zijn in het montageschema met een punt aangegeven.

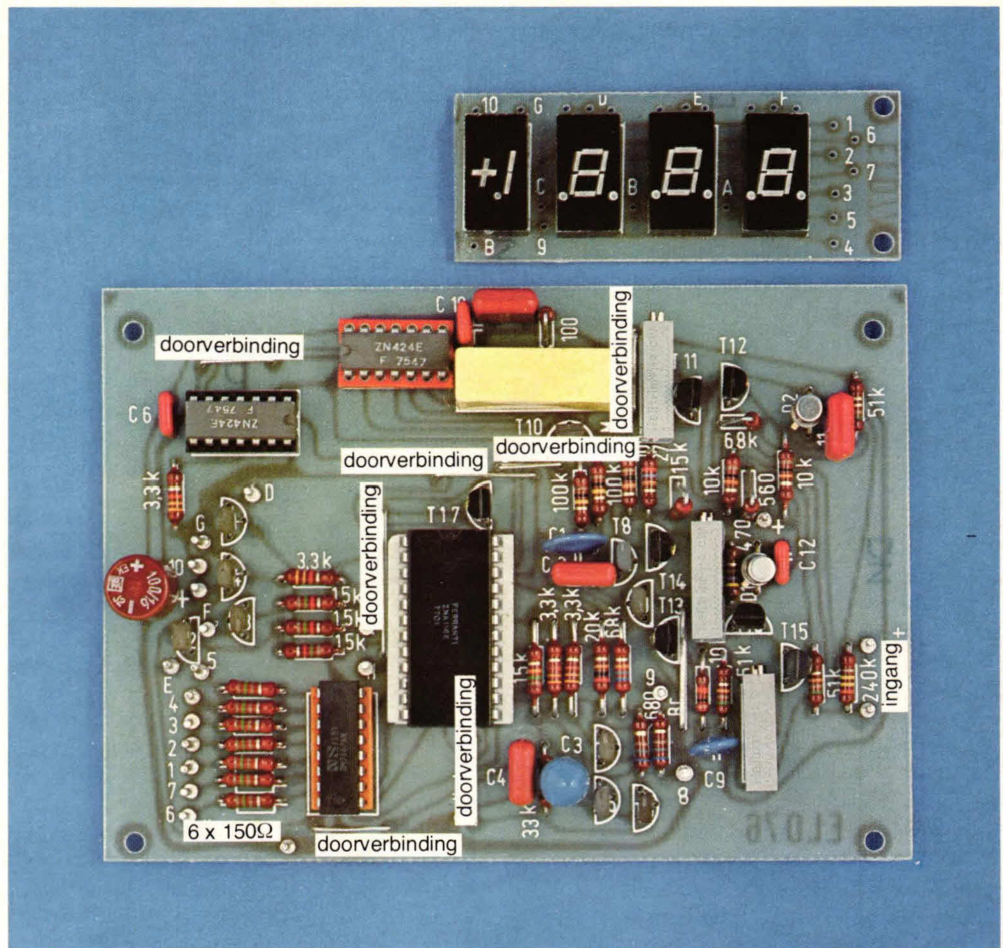
Meerslagen instelpotentiometers (Cermet)

Tr1 100 kΩ
Tr2, Tr3 5 kΩ

Stuklijst voor de meetgebieden-omschakelaar

3 potentiometers 5 kΩ ±20%
1 22 kΩ
1 180 kΩ
1 2 MΩ
2 10 MΩ
1 draaischakelaar, bijvoorbeeld twee dekken met 4 x 4 contacten
1 meetbus (BNC)

Het voedingsgedeelte werd in de proefopstelling "vrij" bedraad. De schakeling is getoond in figuur 8. Voor de stroomopname van de digitale voltmeter maximaal 200 mA, is deze schakeling ruim voldoende. Als het netvoedingsgedeelte op een print moet worden opgebouwd, is daarvoor natuurlijk plaats nodig. De figuren 9 en 10 tenslotte geven verder de koperzijde en het montageschema van de printen.



Voeding

1 trafo 220/6 V-7W
1 zekering 0,250 A middelsnel
1 spanningsregelaar SG 7805 in TO5-behuizing en met koelster (Fairchild)
1 gelijkrichter B 30 C500
1 Elco 470μF/16 V
1 netschakelaar

Het proefmodel werd ondergebracht in een standaard kunststof behuizing met een rood frontpaneel.

En nu nog de afregeling

Allereerst moet het 1 V gebied worden gekozen en moet de meetspanningsingang worden kortgesloten. De potentiometers Tr2 en Tr3 moeten ongeveer in de middenpositie worden gedraaid. Daarna moet Tr1 zodanig worden ingesteld dat de cijferindicatie tussen +0 V en −0 V knippert.
Vervolgens wordt op de ingang een bekende positieve − spanning tussen

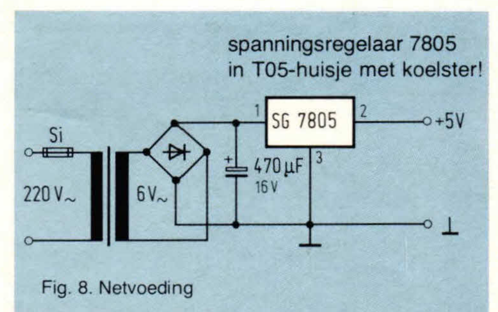
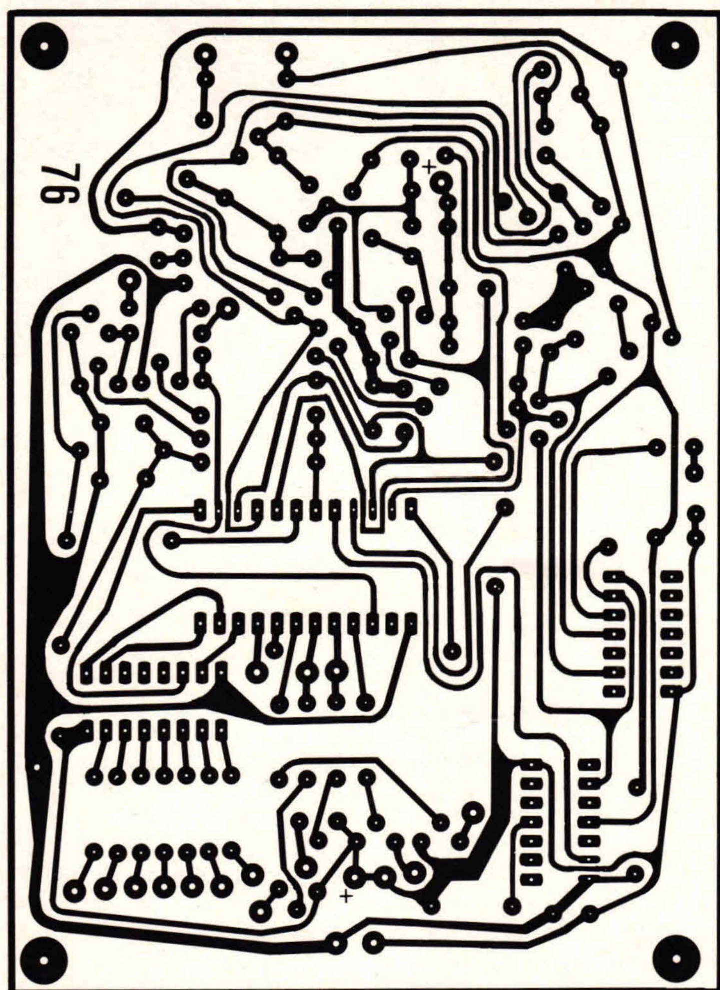


Fig. 8. Netvoeding



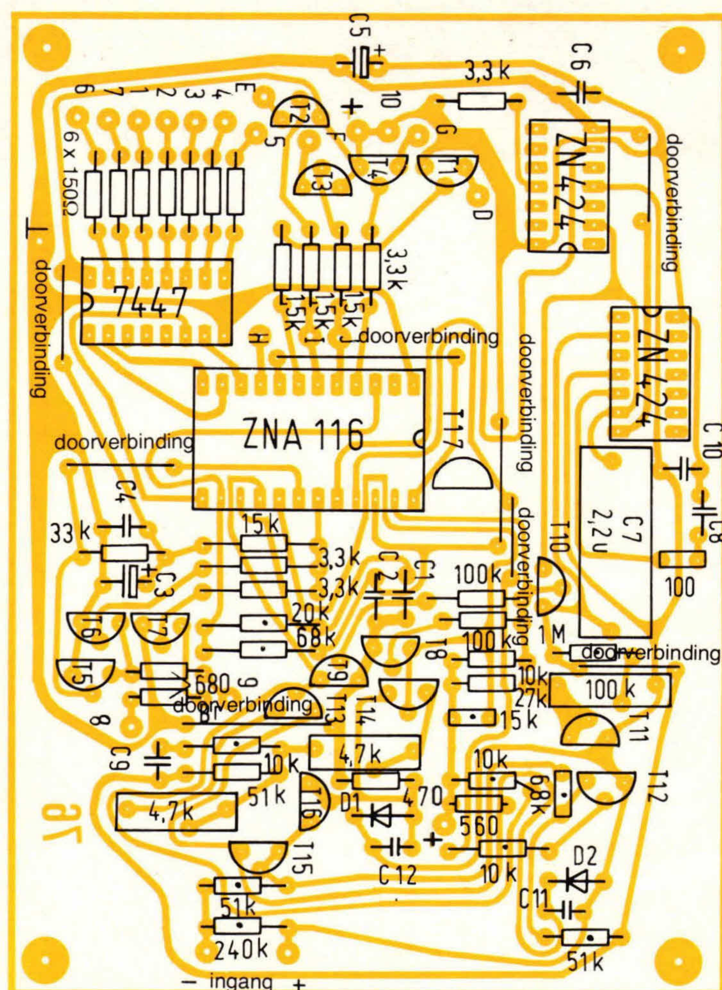
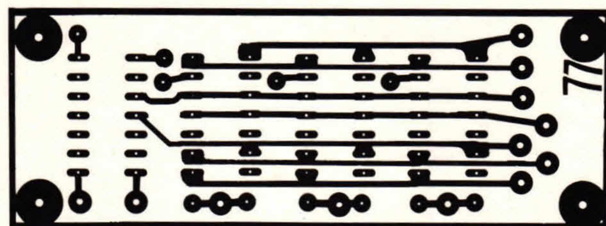


Fig. 9. De print met de totale stuurelektronica zonder meetgebiedenomschakelaar.



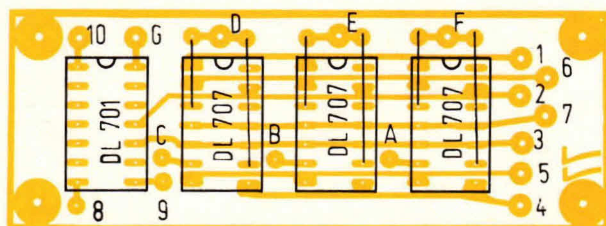


Fig. 10. Print voor de cijferindicator.

1... 2 V aangeboden en Tr3 wordt zolang verdraaid totdat deze spanning exact wordt aangegeven. Daarna wordt de ingangsspanning omgepoold en wordt Tr2 zo ingesteld dat dezelfde spanning, maar nu met negatief teken, wordt aangegeven. De overige meetgebieden van 10 V, 100 V en 1000 V worden met de 5 kΩ potentiometers aan de meetgebiedenomschakelaar op de nauwkeurige meetwaarde ingeregeld.

Ook hier moet een bekende spanning worden aangeboden. We kunnen natuurlijk ook stromen meten. Zoals bij de meeste universelemeters wordt dan de spanningsval over een weerstand gemeten. Met behulp van de Wet van Ohm kan daaruit de stroom worden berekend.

M. Heysinger
J. Rymus

? ? ? ?

Wat is eigenlijk een multiplexer?

Een multiplexer kan worden vergeleken met een draaischakelaar of een omschakelaar waarmee, weliswaar contactloos, een uitgang kan worden verbonden met één van een aantal ingangen van een schakeling. Een demultiplexer daarentegen verbindt een ingang naar keuze met een van een aantal uitgangen.

Beide schakelingen worden gebruikt in elektronische informatieverwerkende inrichtingen en dus ook in de digitale techniek. Ze bestaan meestal uit een aantal EN-poorten, die een ingangsignaal doorlaten als van buitenaf de juiste stuursignalen worden toegevoerd.

BEGRIJPELIJKE LOGICA 5

In de vorige bijdrage hebben we het principe van de "noise-immunity" (ongevoeligheid voor storingen) beschreven. Ook de toepassing van geïntegreerde schakelingen kwam aan de orde. Daarbij hebben we de schmitt-trigger leren kennen. Daar vertellen we nu meer over.

27 Schmitt-trigger (vervolg)

We gaan gebruik maken van het schema zoals dat in figuur 11.1 op bladzijde 39 van ELO 5/78 is getekend. In plaats van de hier gebruikte 7400 gaan we nu de 74132 gebruiken. Als we nu de verbinding naar aarde losnemen, zal de LED nog even blijven oplichten om daarna plotseling te doven. Omdat in de 74132 een schmitt-trigger eigenschap is ingebouwd, zullen geen oscillaties meer optreden, zoals dat bij de 7400 het geval is. We konden deze oscillaties herkennen aan het zwak oplichten van de LED. Als we deze schakeling wat uitbreiden, zoals dat in figuur 27.2 is getekend, kunnen we onze experimenteerplank "levendig" maken.
De linker poort stuurt in feite de LED, die nu in een betrekkelijk langzaam tempo aan en uit wordt geschakeld.

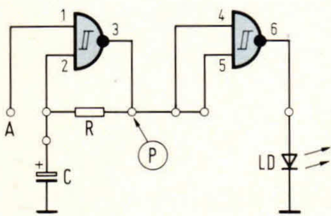
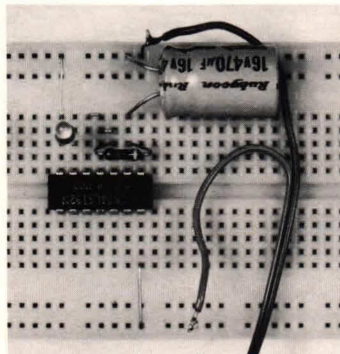


Fig. 27.2: Met een RC-netwerk en een schmitt-trigger maken we een oscillator.

Hoe dat mogelijk is zullen we direct uitleggen, maar stroop eerst de mouwen maar eens op, om deze schakeling op onze experimenteerplank na te bouwen.
Voor de weerstand R nemen we een waarde van 560 Ω, en de elektrolytische condensor heeft een waarde van 470 μF. Met deze waarden zal de LED in een ritme van ongeveer 1 seconde aan en uit gaan.

Nu zetten we al onze zorgen opzij en gaan nadenken. We moeten dan wel ons geheugen weer opfrissen. Om na te gaan wat in de vorige afleveringen werd behandeld.
Wie daar nu tegenop ziet kan bij het volgende hoofdstuk verder lezen, maar zet er dan wel een groot uitroepteken bij, want er wordt hier toch wel iets fundamenteels uitgelegd.



Afb. 27.3: Opbouw van de schakeling uit figuur 27.2.

De proefopstelling is in figuur 27.3 getekend en de LED gaat ritmisch aan en uit.
Met één oog op de schakeling van figuur 27.2 en het andere voor de tekst gaan we een aantal dingen uitleggen.
De rechterpoort heeft geen andere functie dan het leveren van voldoende stroom voor de LED. Omdat beide ingangen met elkaar zijn verbonden, zal deze NAND-poort als een omkeertrap (invertor) werken (zie eventueel hoofdstuk 14). Wanneer punt P een 1-niveau heeft, zal de uitgang van deze poort een 0 hebben en de LED zal niet oplichten. Komt daarentegen een 0 op de ingang van deze poort, dan zal de positieve spanning op de uitgang er voor zorgrn, dat de LED wel gaat oplichten.
Dit stukje is nog niet zo moeilijk te begrijpen, omdat we deze functie al eens eerder zijn tegengekomen. Het nieuwe zit hem vooral in de linkertrap, die rustig staat te oscilleren. In zoverre nieuw, dat we het ongecontroleerd oscilleren onder de knie hebben gekregen en we bewust een bepaald ritme hebben kunnen inbouwen. Zoals reeds eerder gezegd, hebben we dit kunnen bereiken door gebruik te maken, van een poort met schmitt-trigger-eigenschappen.
We herinneren ons nog wel, dat een schmitt-trigger twee drempels heeft. In onze schakeling van figuur 27.2 beginnen we met de situatie, dat de condensator een spanning heeft, die hoger is dan de hoogste drempel van de schmitt-trigger.
We gaan er van uit, dat ingang A niet een 0 heeft. In de nu verkregen situatie zal uitgang 3 van de linker poort een 0 hebben.
De weerstand is aan één kant verbonden met de positieve spanning van de elco en aan de andere kant, via de op "0" liggende uitgang aan aarde. De condensator kan dus nu via deze weerstand in een bepaalde tijd worden ontladen. De spanning zal langzaam dalen om tenslotte een waarde te bereiken die lager is dan de onderste drempel van de schmitt-trigger. Op dit moment zal de uitgang 3 naar 1 springen en krijgt een spanning van 5 V. Van dit moment af zal de condensator weer via dezelfde weerstand worden opgeladen totdat de bovenste drempel van de schmitt-trigger weer is bereikt. Dan zal de uitgang weer 0 worden en het spel begint opnieuw. Op deze wijze hebben we een vrijlopende oscillator gemaakt. Als we de waarde van de condensator groter maken, zal de knipperfrequentie lager worden, omdat het op- en ontladen langer duurt. De frequentie wordt daarentegen hoger als we de condensator een kleinere waarde geven. In theorie kan de frequentie ook worden veranderd door de waarde van de weerstand te veranderen. Maar omdat hieraan nog enkele andere consequenties zijn verbonden doen we dat nog niet.
Als we de werking van deze oscillator nog eens overdenken, blijkt het toch minder moeilijk te zijn dan het oorspronkelijk leek. Dus toch begrijpelijke logica.
We moeten echter nog een schoonheidsfoutje onder de loep nemen. Als we de knipperingen van de LED beoordelen, zien we, dat de oscillator "kreupel" is. Daarmee bedoelen we, dat het aan en uit zijn van de LED niet even lang duurt. Wie dat gewoon vond, wil nu misschien toch wel weten wat de oorzaak daarvan is. Dit asymmetrische levensritme van de oscillator doet ons denken aan een zieke patient die sneller inademt dan uitademt. Dit beklemmende gevoel willen we toch proberen weg te werken.
Om dit te kunnen begrijpen, moeten we het inwendige van de ingang van een poort bekijken, zoals we dat in hoofdstuk 9 voor de uitgang hebben gedaan. Alle TTL-poorten hebben aan de ingang een zogenaamde multi-emitter transistor (figuur 27.4).
Dat is een transistor met evenveel emitters als er ingangen nodig zijn.
Als de ingangen niet zijn aangesloten of met de plus zijn verbonden, zal via de weerstand van 4 kΩ en de collector-basisdiode van T4 een stroom in de basis van T3 vloeien. Het gevolg hiervan is, dat T3 in geleiding komt

en dat de aangesloten transistor T2 (zie figuur 9.1 uit ELO 5/78) ook gaat geleiden. Transistor T1 kan dan echter niet geleiden met het gevolg, dat deze uitgangstrap aan de uitgang het 0-signaal geeft.
Deze toestand verandert echter zodra we één van de emitters een 0 geven. Dan gaat T4 geleiden en zal er geen basisstroom meer voor T3 beschikbaar zijn. Het gevolg is, dat T2 niet meer wordt gestuurd en dat de basis van T1 nu wordt gevoed via de weerstand van 1.6 kΩ. De uitgang zal via T1 nu een 1 gaan geven.
In elke emitter (van T4) die een 1-signaal heeft vloeit een lekstroom van 40 µA (dit is 20 µA bij LS-TTL). Wanneer een emitter een "0"-niveau heeft, vloeit er een emitterstroom van 1,6 mA (360 µA bij LS-TTL). In figuur 27.5 is dit schematisch weergegeven.

Om de ingangs- en uitgangsstromen te herkennen worden dikwijls indices toegepast: een "I" (input = ingang) en een "0" (output = uitgang). Dan komt daar dikwijls nog een tweede index bij om aan te geven of het om een H (hoog) of een L (laag) signaal gaat. Om aan te geven of de stroom in de IC vloeit, wordt een + gebruikt en vloeit deze uit de IC dan wordt een – gebruikt. Deze indices zijn in figuur 27.5 gebruikt.

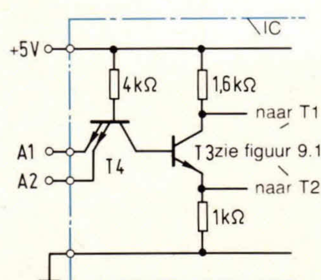


Fig. 27.4: Inwendige van de ingang van een TTL-poort.

Met deze kennis gewapend kunnen we ook het "kreupelen" van de oscillator verklaren. Als de condensator wordt ontladen gebeurt dit alleen via de uitwendig aangebrachte weerstand. Het opladen van de condensator daarentegen gebeurt via dezelfde weerstand via de uitgang van de eerste poort, maar ook via de stroom van de ingangsemitter.

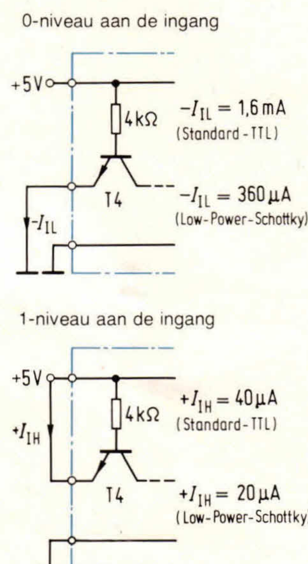


Fig. 27.5: Ingangstromen afhankelijk van het niveau aan de ingang.

Het opladen van de condensator gebeurt dus sneller dan het ontladen. Het gevolg is dan, dat punt P korter op 1 staat dan op 0 en dat de LED langer ingeschakeld is dan uitgeschakeld.
Mocht één en ander toch nog wat onduidelijk zijn, lees dan dit stukje nog eens over, en denk nog eens na over de werking van het totaal. Zo langzamerhand worden de verschillende details die we in de loop van ons verhaal zijn tegengekomen samengesmolten tot een totaal, waaruit we de conclusie trekken dat logica toch niet zo moeilijk is.
Door elk detail goed te begrijpen, groeit het zelfvertrouwen om zelfstandig een antwoord te kunnen geven op een aantal "hoe's" en "waarom's".
Wanneer met deze toelichtingen over lekstromen en zo, het ochtendgloren is begonnen, kunnen we ook de volle zonsopgang meemaken. We weten nu immers de oorzaak van het asymmetrisch oplichten van de LED in de oscillator. Dat was het verschil in op- en ontlaadstroom. Nu kunnen we het opladen niet veranderen, dat zit voor een belangrijk deel vastgebakken in de technologie van de IC. Wat we wel kunnen proberen te doen is, om de ontlaadtijd korter te maken. Zoals in figuur 27.6 is getekend, schakelen we weerstand R2 zodanig, dat die tijdens het ontladen van de condensator parallel aan weerstand R1 staat. De totale weerstand is nu lager geworden. Tijdens het opladen van de condensator staat de diode D in de tegenwaartse richting en kan alleen R1 maar dienst doen. Door een juiste waarde van R1 en R2 te kiezen kan worden bereikt, dat de LED even lang oplicht als uit is. In figuur 27.7 is de experimentele opbouw weergegeven.
Om de symmetrie van het aan en uit zijn van de LED te beschrijven, worden twee mogelijke definities gebruikt:

1. Het oplichten van de LED ten opzichte van de tijd voor het aan + uit zijn; bij symmetrie is dit 50%.
2. De verhouding tussen het oplichten en gedoofd zijn van de LED; bij symmetrie is dit 1 : 1.

28. Toepassing van onze kennis

Om de schmitt-trigger aan ons arsenaal van digitale bouwstenen te kunnen toevoegen moeten we nog twee kleine probleempjes oplossen.
Als eerste willen we graag weten hoe we de waarden van de weerstand en de condensator kunnen vaststellen om een bepaalde gewenste frequentie aan onze oscillator te kunnen ontfutselen.
Om de kleinste en goedkoopste bouwelementjes te kunnen gebruiken, willen we bij voorkeur de weerstand een hoge waarde geven, om de elco een lage waarde te kunnen geven. De afmetingen van de elco zijn dus het kleinst. Als we dan denken maar gauw een weerstand van 100 kΩ uit onze voorraadbak te pakken, die moet nog eens even nadenken over het voorgaande hoofdstuk. Op grond van die kennis kan worden bepaald dat de speelruimte voor de waarde van de weerstand niet erg groot is.
Om een "0" signaal op de ingangspoort te krijgen kunnen we de ingang ook via een weerstand aan aarde verbinden. Ten gevolge van de emitterstroom zal echter een spanningsval over deze weerstand optreden. Dan ligt de ingang niet meer op een echt "0" potentiaal, maar op een waarde die wordt bepaald door $V = I_E \cdot R$. Om deze waarde nog als een 0 te kunnen gebruiken, zal deze lager moeten blijven dan 0,9 V (de laagste drempelwaarde).

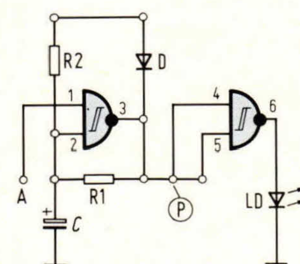
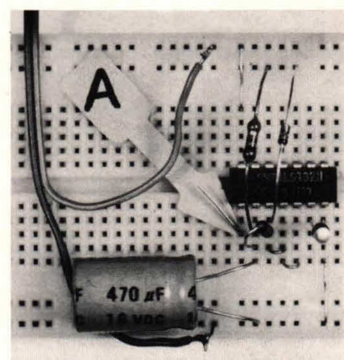


Fig. 27.6: Symmetrisch uitgangsignaal met behulp van R2 en de diode D.



Afb. 27.7: Opbouw van de schakeling van figuur 27.6.

Als de emitterstroom 1,6 mA is, kan de waarde van de te gebruiken weerstand als volgt worden berekend:

$$R = \frac{U}{I_E} = \frac{0{,}9\ \text{V}}{1{,}6\ \text{mA}} = 562\ \Omega \qquad (28.1)$$

Deze waarde kan voor de standaard TTL-schmitt-trigger worden berekend.
Door de lagere stroom voor de LS-TTL kan de weerstand hier op identieke wijze worden berekend als

$$R = \frac{U}{I_E} = \frac{0{,}9\ \text{V}}{360\ \mu\text{A}} = 2{,}5\ \text{k}\Omega \qquad (28.2)$$

Wie nog wat moeite heeft met het berekenen van dit soort getallen, zouden we willen aanraden ELO 3/78 nog eens te pakken, waar in het artikel "Hoe krijg je grote getallen klein" aanwijzingen staan (blz. 31).

Met behulp van een rekenapparaatje moet het probleem dan snel opgelost kunnen zijn.
Als we de hiervoor berekende waarde(n) voor R1 gebruiken, dan moet R2 bij toepassing van standaard TTL een waarde hebben van 150 Ω en bij de LS-TTL moet R2 = 100 Ω bedragen. De te gebruiken diode kan elke type siliciumdiode zijn.
De waarde van de condensator bepaalt nu de frequentie van het knipperen van de LED. In figuur 28.1 hebben we een grafiek getekend waarin het verband tussen de waarde van de condensator en de frequentie wordt gegeven.
Als laatste puntje blijft ingang A van onze oscillator over. Wat kunnen we daar nog mee doen. Bij nadere bestudering blijkt deze ingang te kunnen worden gebruikt als een elektronische in- en uitschakelaar van de oscillator. Als deze ingang op 0 ligt, zal de uitgang van deze poort keihard op 1 blijven. Slechts als we deze ingang op 1 leggen zal de oscillator tot leven komen. Hier kunnen we natuurlijk leuk gebruik van maken, als we het knipperen op een bepaald moment als signalering willen gebruiken. We moeten er echter rekening mee houden, dat de eerste ontlaadperiode wat langer duurt dan de daarop volgende. De oorzaak hiervan is, dat de condensatorspanning bij een niet-werkende oscillator wat hoger is.

29. Lezen van grafieken

In figuur 28.1 is een grafiek getekend waarin het verband tussen de gebruikte RC-waarden en de trillingsfrequentie van een schmitt-trigger-oscillator is weergegeven.
Op zichzelf is dit een uitspraak waar we niet van schrikken en we kunnen ons afvragen waarom we daar dan een hoofdstuk aan wijden.
We zullen de betekenis en de mogelijkheden van zo'n grafiek eens bekijken.
We gaan uit van het feit, dat iemand ons vraagt om een oscillator te maken met een frequentie van 100 kHz en die bovendien goedkoop moet zijn.
Om ons gezicht als aankomend logica-specialist te redden, vragen we een ogenblik bedenktijd en trekken ons even terug.
Wat we nu gaan doen, stempelt ons als een echte vakman. Bij het horen van het woord "oscillator" herinneren we ons een artikelserie in ELO en we zoeken gauw het betreffende hoofdstuk met de figuren 27.6 en 28.1 op.
We zien dan hoe we de opbouw moeten realiseren, maar we moeten nog wel de componenten R1, R2 en C bepalen. Als we nu de grafiek uit figuur 28.1 zien, onderscheiden we twee mogelijkheden:
We kunnen gebruik maken van de standaard bouwsteen 74132 of de gelijkwaardige 74LS132 uit de zuinige schottky-serie.
Laten we maar aannemen dat we een LS-type in onze voorraad vinden. We gebruiken dan voor R1 een waarde van 2,2 kΩ en voor R2 is dat 100 Ω. Dit kunnen we aflezen van de onderste geschreven lijn in de grafiek, die voor de 74LS132 is bedoeld.
De waarde van de condensator moet nu nog worden bepaald. Dit doen we met behulp van figuur 29.1.
Op de vertikale lijn zoeken we de gewenste frequentie van 100 kHz. Van hieruit gaan we horizontaal naar de scheve lijn die voor de 74LS132 is bedoeld. Van hieruit gaan we naar beneden en vinden op de horizontale lijn een waarde voor de condensator die tussen 1 nF en 10 nF moet liggen. Deze indicatie is voorlopig voldoende en zullen die later nog nader precisieren.
We maken nu een einde aan ons denkwerk en we gaan naar onze klant terug om hem te vertellen, dat we kans zien hem een oscillator te leveren met een frequentie van 100 kHz en dat R1 = 2,2 kΩ en C = 4,7 nF. Dat dit een

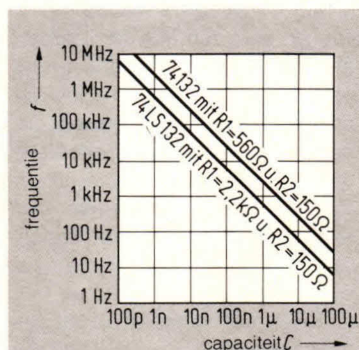


Fig. 28.1: Verband tussen de capaciteit C en de frequentie van de oscillator, opgebouwd volgens figuur 27.6.

pienter antwoord is, zullen we nader toelichten.
In eerste oogopslag zien de grafieken uit de figuren 28.1 en 29.1 er probleemloos uit. Dit is ook zo, mits we maar gebruik kunnen maken van de waarden die bij de vertikale lijnen staan.
Als we moeten gaan interpreteren, dus tussenliggende waarden moeten bepalen, valt ons op, dat de afstand tussen 1 nF en 10 nF even groot is als de afstand tussen bijvoorbeeld 1 µF en 10 µF.
In "werkelijkheid" zou de breedte van een volgende naastliggende stap tien maal zo groot moeten zijn. Dat dit tot onpraktische schaalverdelingen leidt zal duidelijk worden.
Als we aannemen dat de stap van 100 pF naar 1 nF een lengte van 1 mm zou hebben, dan zou de stap tussen 10 µF en 100 µF een lengte van 100 meter moeten hebben. Op deze wijze zou het aflezen met een verrekijker zelfs moeilijk worden. Dus is deze wijze van grafieken tekenen niet praktisch.

Om grote bereiken overzichtelijk te kunnen weergeven, maken we niet meer gebruik van lineaire schaalverdelingen maar van logaritmische.
Dan worden getallen met de verhouding van 1 : 10 : 100 : 1000 .... weergegeven langs de schaal in de verhouding 1 : 2 : 3 : 4 ..... Op deze wijze verkrijgen we een overzichtelijke schaal.
We moeten er dan wel rekening mee houden, dat de onderverdeling tussen deze waarden ook logaritmisch is.

Als we nu een willekeurige dekade uit de logaritmisch verdeelde schaal pakken, dan zien we de onderverdeling weergegeven in figuur 29.2.
We zien dat de waarde van bijvoorbeeld 5 nF niet halverwege de afstand ligt maar op ongeveer 70% (= 0,7).
Dit principe is voor elke dekade van toepassing en we moeten dus alleen op de plaats van de komma letten. Als we nog eens terug gaan naar de grafiek uit figuur 29.1, dan zien we dat het vertikale lijntje op ongeveer 75% van de afstand van de dekade van 1 nF naar 10 nF ligt.
Met behulp van de "papieren loep" van figuur 29.2 kunnen we dan bepalen dat de condensator een waarde van ongeveer 5,5 nF moet hebben. Nu moeten we niet de illusie hebben dat we in dit soort grafieken tot zeer nauwkeurige interpretaties moeten komen. Uit een oogpunt van wetenschap mag dit nog enig nut hebben, maar praktisch is het helemaal niet.
Als we door interpretatie een waarde van 5,629 nF zouden hebben gevonden, komen we toch tot de conclusie dat deze waarde niet te koop is.

De waarden van verschillende elektronische bouwelementen ondergaan veranderingen onder invloed van verouderingsverschijnselen, of worden door temperaturen beïnvloed. En al zouden we op papier de beschikking kunnen krijgen over een bepaalde gekozen waarde, dan blijkt de spreiding van de waarde van component tot component nog al groot te kunnen zijn. Een elco van 100 µF kan bijvoorbeeld best een waarde van 200 µF hebben.

In ons voorbeeld zou een waarde van 5,6 nF de beste oplossing zijn. Als deze niet beschikbaar is, kan ook een waarde van 4,7 nF worden gebruikt. De frequentie van de oscillator zal dan dicht in de buurt van 100 kHz blijven.
De waarde van 4,7 nF heeft ook nog een bijkomend voordeel. Als we een beperkte voorraad condensatoren in ons bezit willen hebben, maken we gebruik van een serie waarvan de volgende waarde ongeveer het dubbele is van de vorige. Dit leidt dan tot de reeks:
1 - 2,2 - 4,7 - 10 - 22 - enz.
Met een dergelijke reeks beperken we dus duidelijk onze uitgaven en hebben we toch voldoende waarden om variaties in het ontwerp te kunnen brengen.
Wanneer een dergelijke filosofie is opgebouwd, kunnen we de keuze van een condensatorwaarde ook snel maken. We weten immers welke waarden we wel en welke we niet hebben.
Wanneer we zeer nauwkeurige frequenties moeten gebruiken zijn toch kristallen en dergelijke nodig en dat is bij onze experimenten niet het geval.

Om zo'n grafiek goed te kunnen lezen moeten we nog een paar dingen noemen.
Waarom hebben we de voorkeur aan een LS-type gegeven?

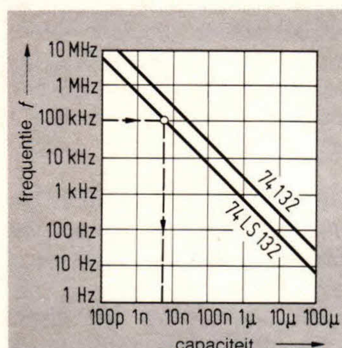


Fig. 29.1: Bepaling van de benodigde capaciteit voor een bepaalde frequentie.

Naast enkele criteria zoals de prijs spelen twee facetten een rol:
kleine afmetingen en laag energieverbruik.
Ondertussen weten we dat een LS-type minder energie vraagt, maar er is nog een tweede argument om de LS te nemen. Om dezelfde frequentie te krijgen hebben we bij een standaard type een condensator nodig met een waarde die ongeveer vier maal zo groot is dan bij een LS-type. Uit figuur 29.1 kunnen we aflezen dat de waarde dan ongeveer 25 nF moet zijn. Speciaal in het geval wanneer gebruik moet worden gemaakt van elco's, kan de afmeting en de prijs een doorslaggevende rol spelen.
In dit hoofdstuk hebben we heel veel dingen besproken, die samenhangen met een op het eerste gezicht eenvoudige grafiek. Mocht het allemaal nog niet helemaal duidelijk zijn, dan is het advies om het nog eens rustig door te lezen.

Met al deze kennis gewapend kunnen we nu zelf heel veel schakelingen te lijf gaan, of om het wat professioneler te zeggen: te dimensioneren.
Een praktische proef is, om de hier beschreven oscillator met een aantal waarden van weerstanden en condensator te proberen. Verschillende frequenties en knipperverhoudingen kunnen worden uitgezocht.

30. En nu naar een eigenbouw

Langzaam maar zeker zijn we toch aardig diep de digitale techniek binnengedrongen. Als we alles goed in ons hebben opgenomen, bezitten we een flinke hoeveelheid basiskennis. We gaan nu een nieuwe bouwsteen aan de digitale rij toevoegen. En dat is een flipflop, die we onder de professionele benaming "bistabiele multivibrator" kennen.
Deze laatste naam behoeven we echt niet te onthouden, want met de naam flipflop wordt de functie goed omschreven. Met deze schakeling kunnen we een flip of een flop maken, of we kunnen dit met een meer begrijpelijke term ook met op en neer wippen aangeven.
We kunnen met een dergelijke flipflop elektronisch hetzelfde doen als met een wip in de speeltuin. Zolang er kinderen mee spelen wipt dit ding op en neer. Gaan ze naar huis, dan blijft de wip in één positie staan. Dit blijft zo, totdat er opnieuw mee wordt gespeeld.
Om met een elektronische flipflop te werken behoeven we alleen maar deze vergelijking te onthouden.
We gaan nu een flipflop maken om daar wat ervaring mee op te doen. We gebruiken hiervoor een 7400 of een 74132 die functioneel gelijkwaardig is.
Het schema van deze flipflop is in figuur 30.1 getekend, en we constateren dat dit er al aardig technisch uit begint te zien. De poorten 1 en 2 vormen de eigenlijke flipflop en zijn kruiselings met elkaar gekoppeld. Via de poorten 3 en 4 worden de logische niveau's op de punten Q en Q aangegeven.

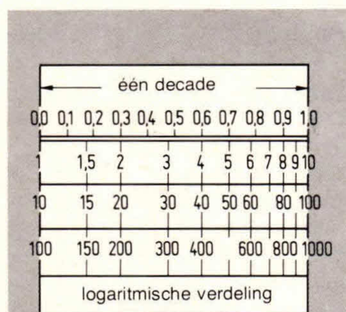


Fig. 29.2: Logaritmische verdeling van een schaal.

We komen nog terug op de Q met het streepje en de wijze waarop de logische toestanden worden aangegeven.
Nadat de schakeling is opgebouwd, bevestigen we een draad aan aarde en nemen het andere einde in de hand. Als we de voedingspanning inschakelen, zal een van de beide dioden (LED's) gaan oplichten.
Als dit niet het geval is, kunnen we proberen de fout te zoeken in hoofdstuk 30.1. Met het losse draadje laten we nu onze elektronische wip werken, door achtereenvolgens de ingangen 1 en 2 aan te raken. We zien de LED's nu beurtelings oplichten (figuur 30.2). Zolang we niets met het draadje doen, blijft de laatst verkregen toestand bewaard. Hier komt ook de naam "bistabiele multivibrator" vandaan, daar deze schakeling in twee stabiele toestanden kan blijven staan, zoals dat ook met een wip het geval is.

Een zwevende toestand kan bij een wip alleen maar voorkomen als deze slecht is gesmeerd, maar in de digitale techniek loopt alles gesmeerd en komen we dit soort problemen niet tegen. We komen nog even terug op het aangeven van de logische niveaus zoals we die voor het eerst in figuur 30.1 zagen. Tot nu toe hebben we de kathode van de LED telkens aan aarde gelegd en de anode zonder een serieweerstand aan de uitgang van een poort geschakeld.

Op deze wijze licht de LED op als de ingangen van de NAND-poort een 0 hebben.
Het is echter logischer als een LED oplicht, als we een 1 op de ingang hebben.
Dit kunnen we bereiken als de LED's worden geschakeld op de wijze zoals dat in figuur 30 is getekend.

Als de ingangen van de poorten 3 of 4 op 1 komen te liggen, gaat de uitgang naar 0. Nu gaat er een stroom van plus via de LED en de inwendige transistor in de poort naar aarde. We moeten nu echter wel de stroom door de LED beperken en daarom nemen we een serieweerstand van 330 Ω op. Kijk ook nog eens naar figuur 9.1 in ELO 5/78.

30.1 En als het niet werkt?

Als we de schakeling van figuur 30.1 hebben gebouwd en beide LED's lichten tegelijkertijd op, dan betekent dit, dat beide kanten van de wip omhoog staan. Dit kan natuurlijk niet en we moeten proberen uit te zoeken waar onze fout ligt. Liggen beide ingangen 1 en 2 per abuis aan aarde? Dat moet dus niet, want we willen juist met die losse draad naar onze wens één van beide ingangen aan aarde leggen. Het is ook mogelijk dat ergens een verbinding ontbreekt of een kortsluiting is ontstaan.

Een andere fout die we tegen kunnen komen is, dat geen van beide LED's oplicht. Dan zijn beide zijden van de wip op de grond en dat is zeker net zo'n grote onmogelijkheid als het voorgaande. Ook deze fout moeten we opsporen. Een van de mogelijke fouten kan zijn, dat de LED's omgekeerd zijn gemonteerd. Hoe zat dat ook weer met de aansluiting van LED's?
Het streepje in het symbool is de **k**athode en die heeft altijd een **k**enmerkje, zoals **k**orter, dikker of een insnoering. Kijk ook nog eens in hoofdstuk 8.
Als we de fout nog niet hebben gevonden, zijn er nog twee mogelijkheden: Er zit toch nog een fout in de opbouw van de schakeling of de geïntegreerde schakeling is kapot. Maar we kunnen er rustig van uit gaan, dat 99% van de fouten aan ons zelf is te wijten en dat een foutieve IC maar zelden voorkomt.

Nu bestaat nog steeds de mogelijkheid dat we met de handen in het haar zitten en dat het angstzweet ons uitbreekt, omdat we maar steeds die fout niet kunnen vinden. Dan is er maar één oplossing: Breek de schakeling af en ga een straatje om. Na een goede frisse neus te hebben gehaald bouwen we de schakeling weer op. In veel gevallen zullen we bemerken, dat zo'n adempauze geestverruimend werkt en dat o wonder onze flipflop in één keer werkt.

31. De NAND en een RS-flipflop

In het vorige hoofdstuk hebben

we gezien hoe we door één van beide ingangen beurtelings te aarden de flipflop heen- en weer konden laten kiepen. Door een 0 signaal aan te bieden hebben we één van de uitgangen op 1 gebracht (S = set = plaatsen of zetten) en de andere op 0 gedwongen (R van reset = terugplaatsen, terugzetten). De beide uitgangen Q en $\overline{Q}$ staan steeds tegenovergesteld van elkaar, zoals dat ook bij een wip in de speeltuin het geval is. Als twee uitgangen steeds zo innig met elkaar in verbinding staan, worden deze aangeduid met Q en $\overline{Q}$. Het laatste wordt meestal met de engelse term: Q-not aangegeven. We willen daarmee dus aangeven, dat deze uitgang een

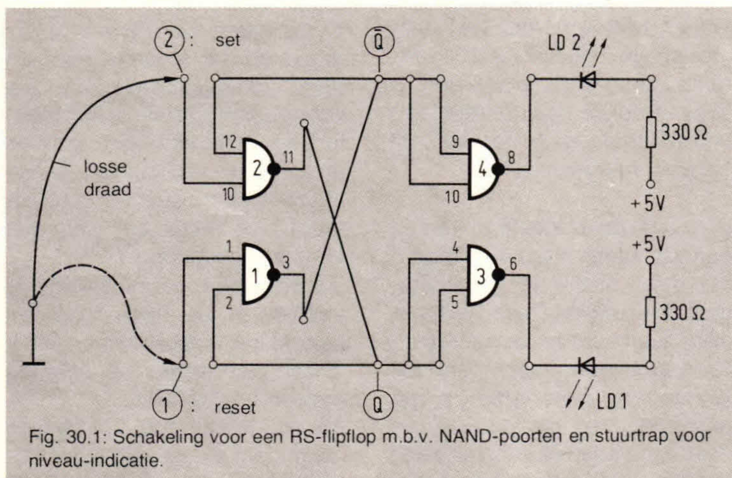


Fig. 30.1: Schakeling voor een RS-flipflop m.b.v. NAND-poorten en stuurtrap voor niveau-indicatie.

tegenovergestelde polariteit bezit dan de uitgang zonder een streepje.

Als we een flipflop een "set" willen geven, dus activeren, dan bedoelen we daarmee, dat we de uitgang Q op 1 brengen. Bij een "Reset" (terugzetten) brengen we dezelfde uitgang Q weer op het 0 niveau.
Het is om deze reden dat de beide ingangen de letters S en R dragen (S van Set en R van Reset).
Als dit "setten" en "resetten" met een negatief gaande impuls wordt uitgevoerd, wat het geval is als we de ingang aan aarde leggen, dan geven we dit aan, door boven de letters eveneens een streepje te plaatsen, dus $\overline{S}$ en $\overline{R}$. Zou dit met een positief gaande impuls worden uitgevoerd, dan staat er geen streepje boven de letters.

Overeenkomstig het voorgaande wordt een dergelijke eenvoudige flipflop dan ook een RS-flipflop genoemd. Hoewel het allemaal al erg mooi is, kunnen we met dit ding alleen maar "setten" en "resetten".
Toch vindt deze fundamentele bouwsteen zeer veel toepassing in allerlei vormen van de digitale techniek. In een eenvoudige rekenapparaat met slechts één geheugen om acht cijfers in te bewaren, zitten reeds 32 van zulke flipfloppen. In moderne halfgeleider-geheugens worden 32000 van deze basisbouwstenen in één IC samengebouwd.
Als we het hiervoor wat geringschattend over een eenvoudige RS-FF (RS-flipflop) hadden, moeten we daar de gedachte bij hebben gehad dat er dan ook nog iets beters zou kunnen zijn. Terloops moeten we hier vermelden dat we gebruik zijn blijven maken van de diep ingeburgerde gewoonte van Set en Reset. Zouden we dit gaan vertalen dan krijgen we met uitdrukkingen te maken die we in de digitale logica vrijwel nooit meer zullen tegenkomen. Ook willen we hier vermelden, dat na het inschakelen van de voedingspanning één van de LED's willekeurig gaat oplichten. Daar hebben we tevens één van de nadelen van zo'n halfgeleidergeheugen te pakken. Immers als we de flipflop in een bepaalde stand hebben achtergelaten en we schakelen de voedingspanning uit, dan kan bij later inschakelen juist de andere helft actief zijn. Met andere woorden, zo'n flipflop verliest zijn geheugenfunctie als de voedingspanning wordt uitgeschakeld. Met een mooi engels woord heet dat volatile (= vluchtig).

Als we dan de proef op de som nemen en we gaan ons eigen flipflopje een aantal malen in- en uitschakelen (uiteraard met de ingangen R en S niet aangesloten) dan vinden we tot onze verbazing dat telkens dezelfde LED gaat oplichten. Wat is er dan aan de hand? Als de beide helften van de flipflop volkomen symmetrisch zijn, dan gaat de theorie van de willekeurigheid wel op. Maar die symmetrie is bijna nooit aanwezig. Er is altijd in één van de beide helften een kleine capaciteit die niet gelijk is of een verbinding die niet symmetrisch is. Altijd vindt de flipflop wel een voorkeur voor één stand. Maar het zal duidelijk zijn, dat we daar niet op mogen of kunnen rekenen.
Tot slot van dit hoofdstuk willen we nog opmerken, dat we deze flipflop ook met NAND-poorten hebben opgebouwd. Maar hoe meer we in de complexe functies duiken hoe meer we behoefte hebben om gebruik te maken van IC's die de functies kant en klaar hebben.

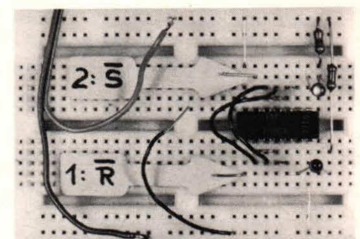
32. De D-FF, een comfortabele flipflop

Zoals we in het vorige hoofdstuk hebben gezien, zijn er ook kant en klare flipflop's te krijgen. Voor ons doel gaan we gebruik maken van het type 7474 of de gelijkwaardige versie uit de LS-serie de 74LS74.
In een behuizing met 14 pootjes vinden we twee compleet onafhankelijke flipflop's (figuur 32.1). De tekening mag dan een beetje groot uitgevallen zijn, maar hij zit werkelijk in een heel normale afmeting. De nummering van de pootjes is betrekkelijk willekeurig en heeft alleen maar het doel om te weten welke ingang van de flipflop aan welk pootje zit.
Het symbool zoals dat voor een flipflop in figuur 32.1 is getekend zullen we beslist meer tegen komen, het heeft daarom zin om dit in het geheugen te prenten.
De vier aansluitingen die met R en $\overline{S}$ en Q en $\overline{Q}$ zijn aangegeven, hebben we reeds in het vorige hoofdstuk leren kennen. Als nieuwe aansluitingen vinden we hier "D" en "klok". De D-FF dankt zijn naam aan deze D-ingang. De letter D is afkomstig van het engelse Delay, wat vertraging betekent. Waarom we dat allemaal zo noemen, zullen we ons niet te druk over maken, want we willen liever zien wat we er mee kunnen doen.

Met een D-flipflop kunnen we het logische niveau wat we op elk willekeurig moment aan D toevoeren, naar de uitgang doen verhuizen, als we het logische signaal op "klok" van 0 naar 1 laten gaan.

Deze zin lijkt zo onsamenhangend, dat we geneigd zijn, die maar over te slaan. We hebben echter gemerkt dat er op een bepaald ogenblik hier iets plaats vindt en dat is wel iets nieuws in ons hele digitale verhaal. Want we zijn tot nu toe uitsluitend statische toestanden tegengekomen.
En hier gebeurt iets dynamisch en dat geeft nieuwe mogelijkheden aan een flip flop.

R. Göszler
(Wordt vervolgd)



Afb. 30.2: Opbouw van de schakeling uit figuur 30.1.

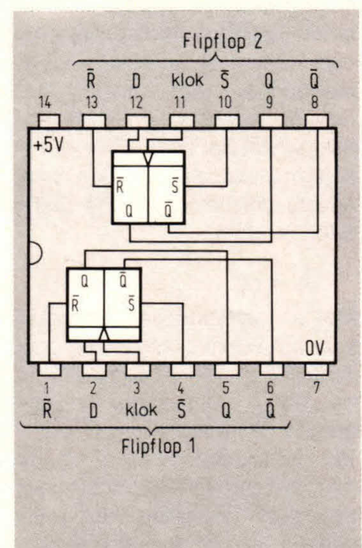


Fig. 32.1: Schema van de geïntegreerde schakeling 7474.

Interessante IC's

LM 3900

4 operationele versterkers in één

De LM 3900 is een geïntegreerde schakeling van National Semiconductor die uit 4 gelijke en universeel toe te passen operationele versterkers bestaat. Externe frequentiecompensatie is niet nodig en hierin is dan ook niet voorzien. Over het algemeen kunnen met operationele versterkers (Op Amp) de meest uiteenlopende schakelingen worden gerealiseerd. Een opsomming daarvan gaat het kader van deze rubriek echter te buiten. Bij de hier geïntroduceerde IC hebben we met een bijzonder ongecompliceerde variant van de Op Amp te doen en dat dan nog in viervoudige uitvoering.
In het onderstaande volgen enkele toepassingsvoorbeelden, bij enkele waarvan de aanwezigheid van meerdere Op Amp's in dezelfde behuizing een groot voordeel kan zijn.
Fig.1 geeft het principeschema van een van de vier operationele versterkers. Alle vier de operationele versterkers liggen intern aan de spanningen V_p en V_n.
Fig. 2 laat zien hoe de operationele versterkers in de IC zijn aangesloten. Door op de pennen 7 en 14 de voedingsspanning aan te leggen komen natuurlijk alle vier de versterkers in bedrijf, ook wanneer er slechts één wordt gebruikt.
Hoewel er reeds tal van geïntegreerde spanningsregelaars bestaan die specifiek geschikt zijn voor het sturen van een vermogenstrap willen wij toch in het volgende voorbeeld tonen dat hiervoor ook operationele versterkers bij uitstek geschikt zijn. Met de IC LM 3900 kan dan een viervoudige netvoeding met verschillende, instelbare uitgangspanningen worden gemaakt (fig. 3). De dimensionering van vermogenstrap wordt hierbij bepaald door de benodigde belastingstroom. De zenerdiode Z moet zo worden gekozen dat de maximale uitgangspanning kan worden ingesteld. De weerstand R begrenst de stroom door de zenerdiode op 1 mA.
Het schakelingsvoorbeeld in fig. 4 laat een actief hoogdoorlaatfilter zien dat met de aangegeven componenten een totale versterking heeft van één bij een frequentie van 1 kHz. De kwaliteitsfactor Q bedraagt 10. De frequentie karakteristiek stijgt met 12 dB/octaaf respectievelijk 40 dB/dekade.
In de volgende schakeling (fig. 5) worden drie operationele versterkers tot een zogenaamde "dual-quad" actief doorlaatfilter gekoppeld. Bij deze opstelling wordt een kwaliteitsfactor van meer dan 40 bereikt. Ook deze schakeling is weer voor een frequentie van 1 kHz gedimensioneerd, ditmaal voor het resonantiegeval. De versterking bedraagt minimaal (40 dB). Aan de resterende twee uitgangen gedraagt de schakeling zich als een actief hoog- respectievelijk actief laagdoorlaatfilter met dezelfde kwaliteitsfactor.
De volgende schakeling (fig. 6) kan bijzonder interessant zijn voor audio-enthousiasten en mengpaneel specialisten. Het betreft hier een elektronische 3-kanalen laagfrequent schakelaar waarmee drie willekeurige audio-bronnen door gelijkspanning op een ingang kunnen worden geschakeld. Het voordeel van deze schakeling is dat alle drie de kanaal

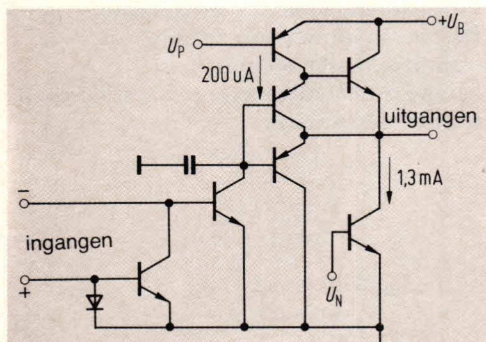


Fig. 1 Principeschema van één operationele versterker

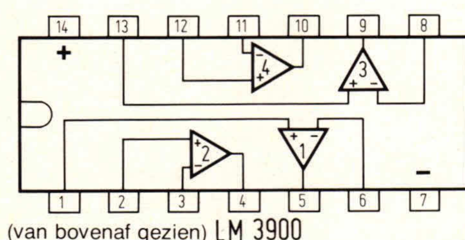


Fig. 2 Aansluitschema van de IC

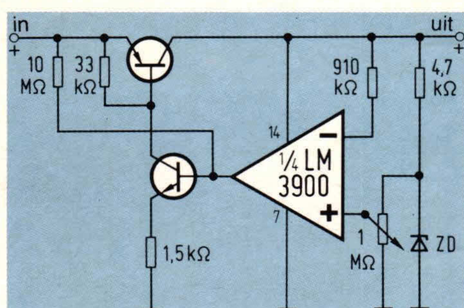


Fig. 3 Schakeling voor een gestabiliseerde voeding

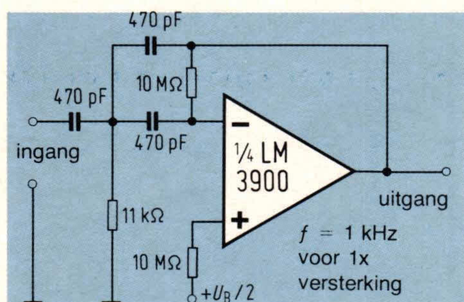


Fig. 4 Actief hoogdoorlaatfilter met één Op Amp.

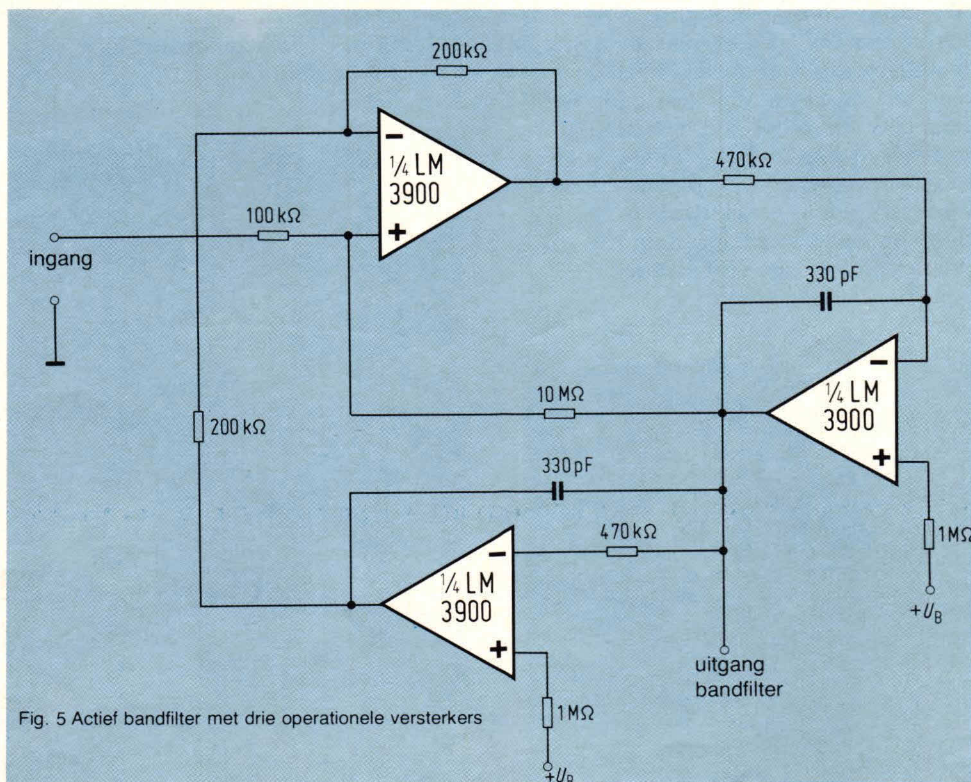


Fig. 5 Actief bandfilter met drie operationele versterkers

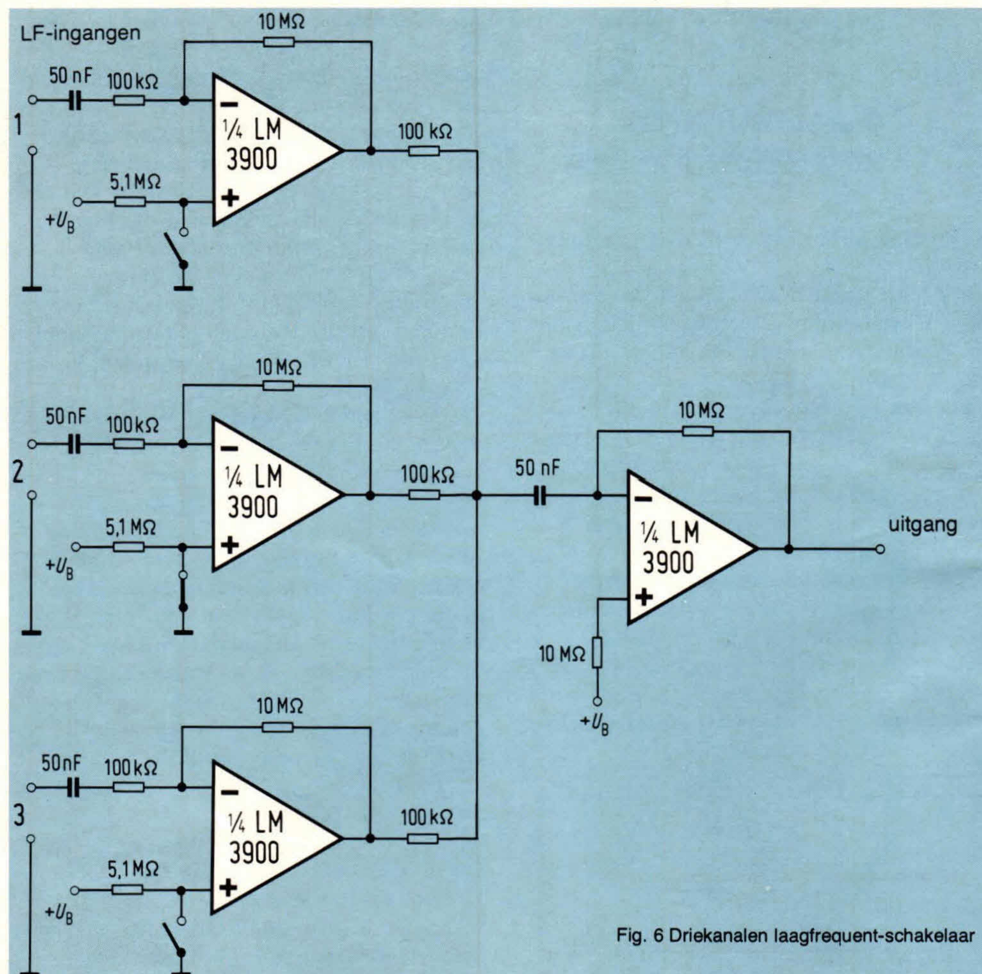


Fig. 6 Driekanalen laagfrequent-schakelaar

Karakteristieke gegevens (van één operationele versterker):

voedingsspanning $+V_B$	4 ... 36 Vof ± 2 ... ± 18 V
ruststroom:	1,3 mA
spanningsversterking bij r_L = 10 kΩ:	70 dB
grensfrequentie:	2,5 MHz
fasedraaiing tussen in- en uitgangsignaal	40°
ingangsweerstand:	1 MΩ
uitgangsweerstand:	8 kΩ
ingangsgelijkstroom:	30 nA
drift:	0,5 V/μs

schakelaars met willekeurige lange leidingen kunnen worden aangesloten zonder dat daarbij brom optreedt.
Een andere laagfrequent toepassing waarbij slechts een van de operationele versterkers wordt gebruikt toont fig. 7. Het betreft hier een laagfrequent mengtrap op de uitgang waarvan de verschilfrequentie van twee ingangsignalen verschijnt. Een dergelijke schakeling zou bijvoorbeeld in de elektronische muziek kunnen dienen voor het opwekken van speciale effecten. Voor professionele elektronici is de volgende schakeling interessant (fig. 8). Het betreft hier een vrijlopende trapspanningsgenerator. De uitgangspanning van deze generator groeit van 0 V af, trapsgewijs aan (vandaar de naam), tot een waarde nagenoeg gelijk aan de voedingsspanning; in het hier gegeven voorbeeld tot 80% daarvan. Vervolgens valt de uitgangspanning scherp terug naar 0 V waarna de hele procedure zich herhaalt. Er zijn ook trapspanningsgeneratoren waarvan de uitgangspanning na het bereiken van de maximale waarde weer in stappen afneemt. Vooral in de analoge technieken neemt de betekenis van trapspanningsgeneratoren voortdurend toe. Zo worden bijvoorbeeld de nieuwste autoradio's uit de topklasse die met een elektronische afstemming en zendergeheugen zijn uitgerust, door de trapspanningsgeneratoren gestuurd. Daarnaast kunnen met behulp van trapspanningsgeneratoren karakteristiekenscharen op de oscilloscoop worden geschreven.

De LM 3900 wordt geleverd in een 14-pens plastic DIL-omhulling.

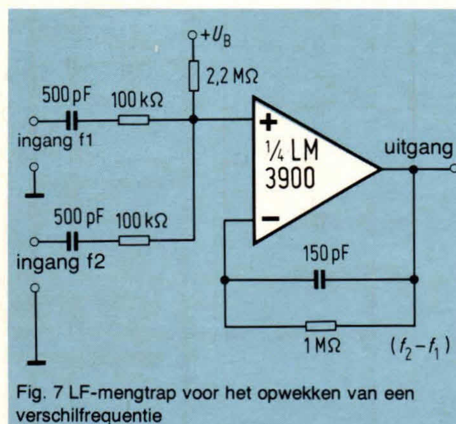


Fig. 7 LF-mengtrap voor het opwekken van een verschilfrequentie

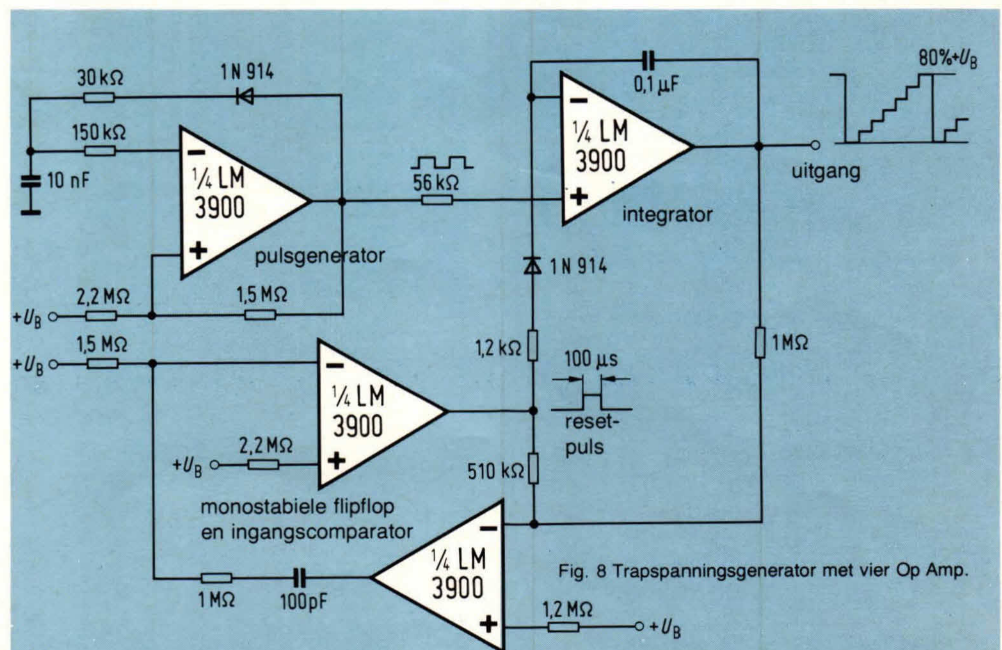


Fig. 8 Trapspanningsgenerator met vier Op Amp.

ELO-tjes

Gratis voor ELO-abonnees. Opgegeven per brief aan redactie ELO, postbus 23, Deventer.
Aanbiedingen met een handelskarakter worden niet opgenomen.

Aangeboden:
Wegens tijdgebrek "PE-loopwerk", nieuw, ongebruikt
ƒ 150,–.
C. Overweg, Schoffelstraat 12 hs,
1097 VV Amsterdam.

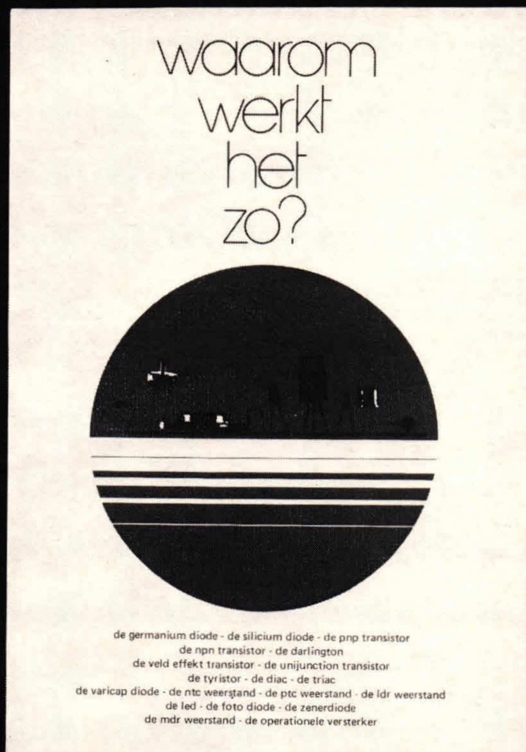
Uit voorgaande afleveringen van ELO zijn de volgende printen nog voorradig:

ELO-1-1977		
Diefstalbeveiliging voor auto's	ELO-print 29	ƒ 9,80/BF 165
Akoestisch waarschuwingsapparaat	ELO-print 49	ƒ 6,80/BF 114
Elektronische toerenteller	ELO-print 58	ƒ 17,80/BF 299
ELO-2-1977		
TTL-testpen	ELO-print 46	ƒ 4,80/BF 81
Elektronische kamerthermometer	ELO-print 47	ƒ 11,50/BF 193
ELO-3-1977		
Stereovoorversterker voor magn. elementen	ELO-print 45	ƒ 12,80/BF 215
ELO-1-1978		
Voedingsapparaat	ELO-print 2	ƒ 5,80/BF 97
Verlichte wagons	ELO-print 3	ƒ 6,50/BF 109
Toonregelaar voor LF-versterkers	ELO-print 6	ƒ 7,40/BF 121
Verlichte wagons	ELO-print 11	ƒ 7,40/BF 124
Weerstandsmeetbrug met LED-indicatie	ELO-print 12	ƒ 8,50/BF 143
Weerstandsmeetbrug met LED-indicatie	ELO-print 13	ƒ 8,50/BF 143
4-kanalen lichtorgel	ELO-print 22	ƒ 15,80/BF 265
ELO-2-1978		
Eenvoudige rechtuit kortgolf ontvanger	ELO-print 1	ƒ 5,50/BF 92
Modelspoorbaan besturing net echt	ELO-print 10	ƒ 18,—/BF 302
Intervalschakelaar voor ruitenwisser	ELO-print 20	ƒ 8,50/BF 143
4-kanalen lichtorgel (deel 2)	ELO-print 23	ƒ 15,80/BF 265
Denksport problemen elektronisch opgelost	ELO-print 30	ƒ 8,80/BF 148
Spanningsein voor batterij en auto	ELO-print 33	ƒ 6,80/BF 114
Zwelpedaal	ELO-print 43	ƒ 9,80/BF 165
ELO-3-1978		
Kaliber	ELO-print 4	ƒ 7,20/BF 121
IJsdetector	ELO-print 16	ƒ 6,80/BF 114
Laadapparaat voor nikkel cadmium accu's	ELO-print 21	ƒ 7,80/BF 131
Transistor-diode-determineerapparaat	ELO-print 26	ƒ 8,20/BF 138
Proeven met de 7400	ELO-print 27	ƒ 8,80/BF 148
Metronoom	ELO-print 31	ƒ 7,20/BF 121
Kaliber	ELO-print 32	ƒ 7,20/BF 121
Infrarood monozender	ELO-print 37	ƒ 10,80/BF 181
ELO-4-1978		
Millivoltmeter	ELO-print 15	ƒ 9,50/BF 160
Kwimas	ELO-print 201	ƒ 18,20/BF 306
ELO-5-1978		
Morse zoemer	ELO-print 14	ƒ 7,50/BF 126
1 kHz-testsignaalgever	ELO-print 35	ƒ 3,80/BF 64
IJkgenerator	ELO-print 36	ƒ 9,80/BF 165
ELO-6-1978		
Elektronische schietbaan	ELO-print 4	ƒ 7,40/BF 124
Rondenteller voor de autoracebaan	ELO-print 4	ƒ 7,40/BF 124
Rondenteller voor de autoracebaan	ELO-print 42*)	ƒ 14,50/BF 244
Blokgolfgenerator	ELO-print VR770127	ƒ 10,40/BF 175
Blokgenerator	ELO-print VR770128	ƒ 10,20/BF 171
Cassette recorder	ELO-print VR770113	ƒ 8,—/BF 134
Cassette recorder	ELO-print VR770114	ƒ 67,50/BF 1134
ELO-7/8-1978		
Formule 1 racen	ELO-print 34	ƒ 9,80/BF 165
"Gloreg"	ELO-print 203	ƒ 9,30/BF 156
Cassette recorder	ELO-print VR770131	ƒ 9,25/BF 155
Cassette recorder	ELO-print VR770132	ƒ 18,75/BF 315
Alarmcentrale	ELO-print VR780228	ƒ 8,50/BF 143

*) Bij print 42 kunnen de Optron optische IR-schakelaars OPB804 worden geleverd.
2 exemplaren OPB804 kosten ƒ 17,50/BF294,–

De prints zijn te bestellen door overmaking van het verschuldigde bedrag op girorekening 861221 t.n.v. Kluwer Technische Tijdschriften B.V. te Deventer, onder vermelding van de gewenste prints.

P.E. artikelen in boekvorm







coöperatieve vereniging van zelfbesturende ontwerpers uitgevers en technici ua.

waarom werkt het zo?

Een korte en populaire inleiding in de werking van de aktieve komponenten, zoals transistoren, diodes, FET's, UJT's, LDR's, MDR's, op-amps en PTC's. Naast de verklaring van de werking worden eenvoudige toepassingen van de onderdelen besproken. Ieder hoofdstuk sluit met de karakteristieken en aansluitgegevens van de in doe-het-zelf schakelingen meest toegepaste tipes. **Omvang 72 pagina's/Prijs fl. 9,00/bfr. 135. Bestelkode WHZ.**

bouwklare elektronika

Een reprise van de beste bouwbeschrijvingen uit de eerste vijf nummers van het tijdschrift "Populaire Electronica". Sommige ongewijzigd, andere aangepast aan de "alle onderdelen op een print"-stijl. In dit boekje worden de volgende artikelen besproken: kassette in de auto, elektronisch slot, transitest, spanningsbron, elektrototo, syndiatape, pech blitz, spanningsloep, wisautomaat en testy. **Omvang 112 pagina's/Prijs fl. 14,50/bfr. 218. Bestelkode BO.**

bestellen

Nederland. Het bedrag overmaken op postgiro-rekening nummer 3718289 t.n.v. coop. ver. z.o.u.t., postbus 4250, maastricht. S.v.p. bestelkode niet vergeten.

Belgie. Het bedrag overmaken op onze belgische postchequerekening 000-0518932-79 t.n.v. y. boogers, confortalei 58, 2100 deurne. S.v.p. bestelkode niet vergeten.

DE BOER

LINEAIRE I.C's.....

11C90	f 64,75	TAA 320	f 5,60	uA 723 TO	f 2,80	CA 3084	f 12,80
SO 41 TO	- 12,40	LM 323 k	- 31,35	uA 726 C	- 30,10	CA 3086	- 2,50
SO 41 DIL	- 5,35	LM 324 n	- 3,05	TCA 730	- 13,90	CA 3089E	- 15,85
SO 42 TO	- 16,05	LM 325 TO	- 13,00	uA 739	- 5,95	CA 3090 AQ	- 21,20
SO 42 DIL	- 6,05	LM 325 DIL	- 18,35	TCA 740	- 13,90	CA 3094 E	- 7,20
78 GU	- 5,45	TCA 335 a	- 4,15	uA 741 TO	- 1,95	CA 3094 T	- 6,85
78 MGT	- 6,05	LM 339	- 3,60	uA 741 DIL	- 1,05	CA 3130DIL	- 4,95
79 GU	- 6,10	LM 348	- 5,70	uA 747	- 2,35	CA 3130 TO	- 4,85
79 MGT	- 5,20	LF 356	- 5,30	uA 748 TO	- 2,50	CA 3140DIL	- 3,95
TL 084	- 5,20	LF 357	- 5,30	uA 748 DIL	- 2,00	CA 3140 TO	- 4,20
LD 110	- 33,30	LF 359	- 3,05	TAA 761	- 4,10	3258DDC	- 64,85
LD 111	- 33,30	LM 373 N	- 19,90	TAA 761 A	- 3,45	LM 3900N	- 3,25
TBA 120	- 3,60	LM 377 N	- 9,50	TAA 765 TO	- 4,80	LM 3909N	- 3,30
TBA 120a	- 3,75	LM 380 N	- 5,10	TAA 765 DIL	- 4,00	LM 3911N	- 7,35
TBA 120s	- 4,30	LM 381 N	- 7,70	TAA 775G	- 9,75	RC 4136	- 4,10
TBA 120t	- 4,65	LM 382 N	- 7,70	uA 776 TO	- 20,30	RC 4151	- 16,20
LI 29	- 4,40	LM 386 N	- 6,40	uA 776 DIL	- 7,30	MM 5058N	- 30,80
LI 30	- 4,40	LM 387 N	- 4,10	TBA 800	- 6,45	MM 5314	-18,05
LI 31	- 4,40	LM 391 N	- 9,00	TBA 810	- 6,05	MM 5316	- 21,85
TCA 160b	- 9,95	LM 395 K	- 22,50	TBA 820	- 3,70	MM 5318	- 39,80
UAA 170	- 8,90	SAJ 410 A	- 6,10	TAA 861TO	- 3,80	MM 5841	- 70,30
UAA 180	- 8,90	ZN 414 T	- 7,45	TAA 861 DIL	- 3,15	ICM 7038A	- 25,75
SI 87	- 83,85	SL 440	- 24,05	TAA 865 TO	- 4,35	ICL 7107	- 71,25
SI 90	- 83,85	TCA 440	- 7,15	TAA 865 DIL	- 3,65	ICL 8038	- 25,75
L 200	- 11,10	TBA 450 N	- 14,20	TCA 940	- 7,90	MK 50398N	- 40,70
LM 201h	- 4,05	TBA 460 Q	- 9,10	TCA 965	- 8,15	SN 75451P	- 3,10
FX 209	- 44,00	TAA 550	- 1,35	TAA 991D	- 7,45	SN 75452P	- 3,10
TCA 220	- 13,30	TBA 550 Q	- 10,55	TDA 1001	- 18,15	SN 75452P	- 3,10
ESM 231	- 15,90	NE 555	- 1,25	TDA 1004	- 15,70	TMS 1965	- 26,50
M 252B1	- 48,90	NE 556	- 4,75	TDA 1005	- 20,75	MM 57105	
M 253B1	- 48,90	SAS 560 S	- 9,90	TDA 1008	- 10,20	MM 53114	- 73,30
TAA 263	- 6,65	LM 565 CN	- 5,50	TDA 1022	- 24,70	78xxKC	- 4,75
TCA 280a	- 9,00	S 566 B	- 14,70	MC 1307 P	- 8,55	78xxUC	- 3,00
TAA 293a	- 8,55	LM 566 CN	- 10,25	MC 1310 P	- 8,50	79xxKC	- 5,50
TAA 300	- 9,45	LM 567 CN	- 11,20	MC 1312 P	- 9,95	79xxUC	- 3,25
LM 301dil	- 1,85	SAS 570 S	- 9,90	MC 1314 P	- 13,80	78HGKC	- 29,95
LM 301TO	- 2,55	TAA 611 B	- 3,40	MC 1315 P	- 22,70	78HxxKC	- 27,15
LM 307TO	- 2,85	TBA 625 A	- 5,65	MC 1350 P	- 5,10	78MxxC	- 3,00
LM 307DIL	- 2,25	TBA 625 B	- 5,65	LM 1458DIL	- 1,85	78LxxEWC	- 1,60
LM 308TO	- 4,60	TBA 625 C	- 5,65	LM 1458 TO	- 4,75	95H90DC	- 31,10
LM 308DIL	- 4,20	TBA 641 B	- 6,40	MC 1468 G	- 17,60	9582 DC	- 7,90
LM 310TO	- 11,60	uA 703	- 3,00	TDA 2002 D	- 7,95		
LM 310DIL	- 6,50	uA 709 TO	- 1,50	TDA 2020	- 15,80		
LM 311TO	- 5,30	uA 709 DIL	- 1,35	CA 3028 A	- 5,15		
LM 311DIL	- 3,70	uA 710 TO	- 3,00	CA 3046	- 4,50		
LM 317 k	- 16,60	uA 710 DIL	- 2,65	CA 3052	- 10,40		
LM 317 t	- 11,10	uA 711 TO	- 3,85	CA 3060	- 12,05		
LM 318TO	- 15,90	uA 711 DIL	- 3,30	CA 3080 TO	- 4,05		
LM 318DIL	- 11,40	uA 723 DIL	- 1,85	CA 3080 DIL	- 3,35		

EN DIGITALE I.C's...

CD 4000B	f 1,05	CD 4051B	f 3,85	CD 4519B	f 2,65
CD 4001B	- 0,95	CD 4052B	- 3,85	CD 4520B	- 5,20
CD 4002B	- 1,05	CD 4053B	- 3,85	CD 4522B	- 5,20
CD 4006B	- 3,65	CD 4054B	- 8,15	CD 4527B	- 5,20
CD 4007B	- 1,00	CD 4055B	- 5,40	CD 4528B	- 3,85
CD 4008B	- 4,15	CD 4056B	- 5,40	CD 4531B	- 2,85
CD 4009B	- 2,35	CD 4057AP	- 129,50	CD 4532B	- 5,60
CD 4010B	2,35	CD 4059AD	- 32,90	CD 4534B	- 23,65
CD 4011B	- 0,95	CD 4060AK	- 5,80	CD 4538B	- 6,20
CD 4012B	- 1,05	CD 4061B	- 64,05	CD 4539B	4,85
CD 4013B	- 1,80	CD 4062B	- 23,50	CD 4553B	- 18,75
CD 4014B	- 4,15	CD 4063B	- 4,00	CD 4555B	- 3,05
CD 4015B	3,50	CD 4066B	- 2,25	CD 4556B	- 3,05
CD 4016B	- 1,80	CD 4067B	- 13,25	CD 4566B	- 6,95
CD 4017B	- 3,55	CD 4068B	- 1,05	CD 4567B	- 17,50
CD 4018B	- 4,15	CD 4069B	- 1,05	CD 4581B	- 8,30
CD 4019B	- 2,50	CD 4070B	- 1,10	CD 4582B	- 4,85
CD 4020B	- 4,65	CD 4071B	- 1,10	CD 4584B	- 2,30
CD 4021B	- 4,15	CD 4072B	- 1,10	CD 4585B	- 5,40
CD 4022B	- 3,95	CD 4073B	- 1,10	CD 40014B	- 2,05
CD 4023B	- 1,05	CD 4075B	- 1,10	CD 40061B	- 20,95
CD 4024B	- 2,95	CD 4076B	- 6,85	CD 40085B	- 4,30
CD 4025B	- 1,05	CD 4077B	- 1,10	CD 40097B	- 2,80
CD 4026B	- 7,05	CD 4078B	- 1,10	CD 40098B	- 2,55
CD 4027B	- 2,50	CD 4081B	- 1,00	CD 40100B	- 14,55
CD 4028B	- 3,70	CD 4082B	- 1,10	CD 40101B	- 9,00
CD 4029B	- 3,95	CD 4085B	- 3,15	CD 40102B	- 12,60
CD 4030B	2,50	CD 4086B	- 3,15	CD 40103B	- 12,60
CD 4031B	- 10,10	CD 4089B	- 6,30	CD 40104B	- 5,75
CD 4032B	- 5,55	CD 4093B	- 2,90	CD 40105B	- 7,05
CD 4033B	- 9,35	CD 4094B	- 9,70	CD 40106B	- 3,35
CD 4034B	- 7,85	CD 4095B	- 5,65	CD 40107B	- 4,15
CD 4035B	- 4,80	CD 4096B	- 6,4[illegible]	CD 40108B	- 26,25
CD 4036B	- 11,05	CD 4097B	- 13,70	CD 40109B	- 5,25
CD 4037B	- 6,00	CD 4098b	- 3,50	CD 40160B	- 7,40
CD 4038B	- 6,85	CD 4099B	- 8,50	CD 40161B	- 7,40
CD 4039B	- 10,20	CD 4104B	- 7,30	CD 40162B	- 7,40
CD 4040B	- 3,80	CD 4502B	- 4,85	CD 40163B	- 7,40
CD 4041B	- 5,15	CD 4503B	- 2,35	CD 40164B	- 7,70
CD 4042B	- 3,45	CD 4507B	- 1,85	CD 40174B	- 5,95
CD 4043B	- 3,50	CD 4508B	- 12,60	CD 40175B	- 5,50
CD 4044B	- 4,85	CD 4510B	- 5,20	CD 40181B	- 18,65
CD 4045B	- 6,00	CD 4511B	- 5,45	CD 40182B	- 7,70
CD 4046B	- 6,40	CD 4512B	- 4,40	CD 40192B	- 7,70
CD 4047B	- 3,15	CD 4514B	- 13,55	CD 40193B	- 7,70
CD 4048B	- 2,50	CD 4515B	- 13,55	CD 40194B	- 7,70
CD 4049B	- 2,05	CD 4516B	- 5,20	CD 40195B	- 7,55
CD 4050B	- 2,05	CD 4518B	- 5,20	CD 40208B	- 26,25
				CD 40257B	- 8,45

nieuwe verlaagde Prijzen!

OOK VOOR NIET GENOEMDE I.C.'s

BESTELLEN? - REMBOURS MET f. 6,30 EXTRA
- VOORUITBETALING MET f 6,30 EXTRA!
DE BOER BELLEN.. TEL. 040-448229 OF TELEX 59307

de boer elektronika
Kleine Berg 39-41
5611 js Eindhoven, Nederland
tel. 040-448229 telex 59307

bestemd voor de 'hoge eisen' stellers

U kunt alvast genieten bij:

Nederland

Almelo	
Radio Nijhuis	Tel.: 05490-19191
	Marktstraat 12
Amstelveen	Tel.: 020-432470
Fa. Valkenberg	Amsterdamseweg 446
Amsterdam	Tel.: 020-184022
Fa. Valkenberg	Kinkerstraat 208-222
Delft	Tel.: 015-132234
Radio Gerrése B.V.	Voldersgracht 18
Eindhoven	Tel.: 040-448229
De Boer Elektronika	Kleine Berg 41
Enschede	Tel.: 053-315169
Radio Nijhuis	Oldenzaalsestraat 30-32
's-Gravenhage	Tel.: 070-455426 of 455427
Radio Gerrése B.V.	Regentesseplein 229-231
Groningen	Tel.: 050-126819
Radio Okaphone	Oude Ebbingestraat 60
Hengelo	Tel.: 05400-17567
Radio Nijhuis	Telgen 11
Rotterdam	Tel.: 010-669909
M. van Embden B.V.	Zwartjanstraat 13
Utrecht	Tel.: 030-319636
Radio Electronica	
Centrum B.V.	Vinkenburgstraat 6
Zaandam	Tel.: 075-168255
Fa. Valkenberg	Peperstraat 135-145

België

8000 Brugge	Tel.: 050/33.05.26
Radiocenter	Hoogstraat 40
1000 Bruxelles	Tel.: 02/513.76.40
Cotubex	Rue de Cureghem 43
1030 Bruxelles	Tel.: 02/215.85.50
Capitani	Rue de Corbeau 78/80
1000 Bruxelles	Tel.: 02/511.51.65
Vadelec Electronics	Rue de la Roue 35/37
6000 Charleroi	Tel.: 071/32.96.55
Labora	Rue de Turenne 7
8500 Kortrijk	Tel.: 056/21.59.83
International Electronics	Grote Kring 11a
2180 Kalmthout	Tel.: 031/66.75.61
Audiotronics	Kapellensteenweg 389
3000 Leuven	Tel.: 016/23.47.98
Lovan Electronics	Diestsestraat 177
2700 Sint Niklaas	Tel.: 031/76.78.90
G & L Electronics	Ankerstraat 2
9000 Gent	Tel.: 091/25.42.02
Radiohome	Lange Violettestraat 8
3180 Westerlo	Tel.: 014/54.45.81
DKW Electronics	Nieuwstraat 29



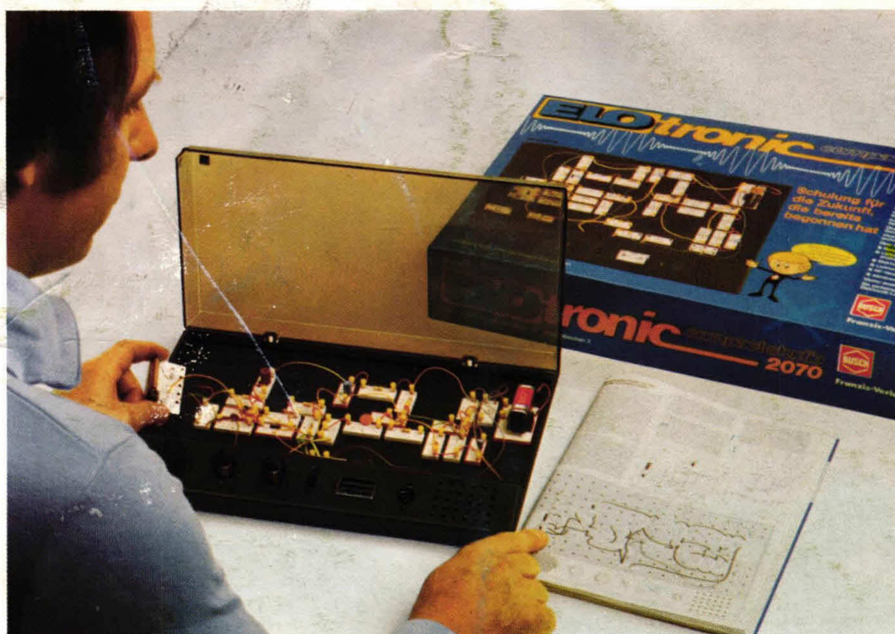
Simac Electronics
Veenstraat 20 Veldhoven
Bd. du Triomphe 148 1160 Brussels

ELOtronic

Het levensechte experimenteer-systeem voor alle elektronica-hobbyïsten.

voor ontspanning, voor scholing, voor experimenten.

De elektronica beïnvloedt ons handelen ongemerkt, maar niettemin gestaag. Steeds meer mensen hebben met elektronica te maken. Steeds meer mensen moeten zich er mee vertrouwd maken. Juist om op een educatief verantwoorde manier jong en oud in de gelegenheid te stellen zich te verdiepen in de wonderbaarlijke wereld van de elektronica, heeft ELO voor u een aantal (duitstalige) experimenteerdozen op de markt gebracht.
De vraag naar deze experimenteerdozen is zo overweldigend gebleken, dat ELO heeft besloten de uitvoering van deze dozen volledig nederlandstalig te maken. Met name de nieuwe nederlandse handleidingen die bij de dozen zijn ingesloten zullen voor velen een aangename verrassing zijn. Immers, juist door de in de handleidingen beschreven elektronische experimenten op de voet te volgen, raken u en uw kinderen spelenderwijs vertrouwd met de werking van de elektronica.



ELOtronic-basisdoos 2060
***f* 79,– (incl. btw)**

De experimenteerdoos 2060 is een relatief goedkope doos voor beginners, maar kan ook als uitbreiding voor de grote ELOtronic-Studio 2070 worden gebruikt.

De basisdoos 2060 bevat meer dan 100 afzonderlijke onderdelen, zoals luidspreker met kast, transistoren, potentiometers, condensatoren, weerstanden, toetsen, gloeilampen, montagebordje, geïsoleerde en vertinde aansluitdraden, en een uitvoerige handleiding.

Meer dan dertig halfgeleiderschakelingen zijn mogelijk, zoals een elektronisch orgeltje, een capacitieve benaderingsschakelaar, een op afstand bestuurbaar elektronisch relais, een morsetoestel met toongenerator, een elektronische lichtdimmer, sensortoets, regenmelder, spanningstester, transistortester, alarminstallaties, automatische vertragingsschakelingen, knipperlicht- en oscillatorschakelingen, elektronische midwinterhoorn, laagfrequent-geluidsversterker, principeschakelingen voor een lichtorgel en dergelijke.

ELOtronic-hoofddoos 2070
***f* 198,– (incl. btw)**
van 13 jaar af

De ELOtronic-Studio verschilt uiterlijk van andere experimenteerdozen, omdat het hele experimenteersysteem is ondergebracht in een functionele vlakke behuizing met een deksel van rookglas. Op het bedieningspaneeltje van het moderne apparaat zijn vast ingebouwd de luidspreker, potentiometers, draaicondensator, schuifschakelaars, een universeel meetinstrument en een externe aansluitbus (voor genormaliseerde aansluiting op andere geluidsapparatuur). Hierdoor worden de schakelingen werkelijk functionerende apparaten.

Met meer dan 200 afzonderlijke onderdelen kunt u ruim 100 elektronische schakelingen bouwen, zoals een radio-ontvanger, éénkanaals-lichtorgel, meeluisterschakeling, pickup-/bandrecorderversterker, elektronische piano en hawaii-gitaar, reactietijd-meter, opto-elektronische snelheidsmeting, alarminstallaties, gehoortester, lichtgestuurde elektronische harp, digitale teller, belichtingsmeter, elektronische roulette, automatische telefoonkiesschijf, inleiding in de computertechniek, leiding- en metaalzoekers, volt- en ampèremeter en vele andere interessante experimenten.

Door de beide Studio's 2060 en 2070 te combineren worden nog meer uiterst interessante schakelingen
De handleiding 2070 is een waar boekwerk geworden. Bijna 150 pagina's beschrijving van vele, vele tientallen experimenten!

Nieuw!
ELOtronic-uitbreidingsdoos 2072
"IC-versterkertechniek",
***f* 58,– (incl. btw)**

De uitbreidingsdoos 2072 dient voor uitbreiding van de Studio 2070. De voorafgaande experimenten met geluidschakelingen kunnen met de IC-versterkercomponent worden uitgebouwd tot een volwaardig toestel met een respectabel vermogen.

U kunt nu radio-ontvangers, bandrecorderversterkers, elektronische orgels, meeluisterapparaten, intercoms, een elektronisch spinet en hawaii-gitaar met halleffect en dergelijke bouwen tot aan respectievelijk HiFi-monoversterkers met hoog- en laag-regeling en superieure geluidskwaliteit toe.
Met twee van zulke extra IC-dozen ontstaat een echte HiFi-stereoversterker, die via twee grote luidsprekerboxen, muziek laat horen met voortreffelijke dynamiek en geluidskwaliteit.

ELOtronic-netvoeding 2059
***f* 42,50 (incl. btw)**

Ingang 220V wisselspanning. Uitgang 9 V gelijkspanning. Dit netvoedingsapparaat levert een gestabiliseerde en afgevlakte (bromvrije uitgangsspanning. Juist omdat de goedkopere netvoedingsapparaten in de regel géén bromvrije spanning afgeven en daardoor voor experimenten met bv. radio-ontvangers ongeschikt zijn, heeft ELO speciaal voor haar experimenteerdozen dit netvoedingsapparaat ontwikkeld.
Nu is het ook mogelijk de schakelingen van de Studio's (2070) zonder hoge batterijkosten permanent en bedrijfszeker te gebruiken.

Waar koopt u ELOtronic?

ELOtronic koopt u in de winkel voor elektronica-onderdelen. Wilt u weten wie uw dichtstbijzijnde leverancier is, dan kunt u bellen: 05700-7441 1, toestel 216.